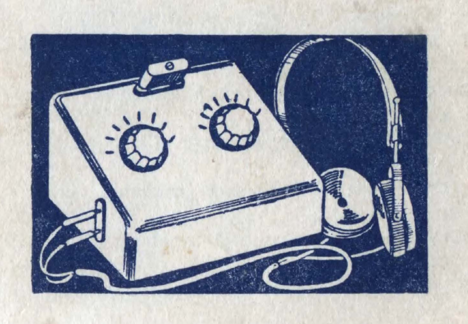
МАССОВАЯ
РАДИО-
БИБЛИОТЕКА

А. Д. БАТРАКОВ и С. КИН

ЭЛЕМЕНТАРНАЯ РАДИОТЕХНИКА





ГОСЭНЕРГОИЗДАТ

МАССОВАЯ РАДИО БИБЛИОТЕКА

ПОД ОБЩЕЙ РЕДАКЦИЕЙ АКАДЕМИКА А. И. БЕРГА

Выпуск 113

А. Д. БАТРАКОВ и С. КИН

ЭЛЕМЕНТАРНАЯ РАДИОТЕХНИКА

ЧАСТЬ ПЕРВАЯ
ДЕТЕКТОРНЫЕ ПРИЕМНИКИ

Рекомендовано Управлением технической подготовки Центрального комитета Всесоюзного совета добровольного общества содействия армии в качестве пособия для радиокружков



ГОСУДАРСТВЕННОЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО

МОСКВА 1951 ЛЕНИНГРАД

В книге изложены основы радиотехники, необходимые каждому радиолюбителю. Ее содержание соответствует программе кружков по изучению детекторных приемников, утвержденной ЦК ДОСАРМ.

Книга имеет законченный характер и предназначается для использования ее в качестве учебника в кружках по изучению детекторных приемников. Она будет полезна также и тем радиолюбителям, которые не имеют возможности заниматься в кружках.

Редактор *Герасимов С. М.* Техн. редактор *Г. Е. Ларионов*

Сдано в пр-во 28/III 1951 г. Подписано к печати 18/VI 1951 г.

Бумага $84 \times 108^1/_{32} = 2^1/_8$ бумажных — 6,97 п. л. Уч.-изд. л. 7,65

Т-04843 Тираж 100 000 экз. Заказ № 1129

Типография Госэнергоиздата. Москва, Шлюзовая наб., 10.

ПРЕДИСЛОВИЕ

Задача этой книги — помочь массовой подготовке радиолюбительских кадров в радиокружках и радиоклубах.

При составлении книги авторы стремились изложить материал применительно к «Программам радиокружков по изучению детекторных и ламповых радиоприемников», утвержденным ЦК ДОСАРМ. В соответствии с этим тема разбита на две части, из которых первая в виде отдельной книги может быть использована в качестве пособия в кружках по изучению детекторных приемников, а вторая, при условии привлечения некоторых глав из первой части, — в кружках по изучению ламповых приемников. Вторая часть выйдет также отдельной книгой.

В книгу не включены главы по электротехнике, чтобы не повторять выпущенной в 1950 г. книги А. Д. Батракова «Элементарная электротехника для радиолюбителей».

Авторы

СОДЕРЖАНИЕ

ГЛАВА ПЕРВАЯ

РАДИО В СОВЕТСКОМ СОЮЗЕ

1. СССР — РОДИНА РАДИО

7 мая 1895 г. преподаватель физики и электротехники минного офицерского класса в Кронштадте Александр Степанович Попов сделал в Русском физико-химическом обществе доклад «Об отношении металлических порошков к электрическим колебаниям». В этом докладе было рассказано об устройстве и принципе действия первого в мире радиоприемника, который был тут же продемонстрирован собравшимся.

Так началась история радио.

Открытие Александра Степановича Попова было подготовлено бурным развитием в прошлом столетии русской науки об электричестве, во многом опередившей заграничную науку.

В 1802 г. русским ученым Василием Владимировичем Петровым была открыта «светоносная электрическая дуга». В 70-х годах прошлого столетия другой русский ученый — Павел Николаевич Яблочков применил дугу Петрова для электрического освещения, благодаря чему за границей электрический свет очень долго назывался «русским светом». Приблизительно в это же время Александр Николаевич Лодыгин изобрел электрическую лампочку накаливания, на которую ему был выдан патент даже в Америке. В 1832 г. Павел Львович Шиллинг впервые в мире осуществил практическую передачу телеграфных сигналов по проволоке. Телеграф Морзе, «изобретенный» пять лет спустя, был лишь усовершенствованным вариантом приборов Павла Львовича Шиллинга. Крупный русский ученый акад. Борис Семенович Якоби, изобретатель гальванопластики и автор многих других изобретений в области электротехники, изобрел в 1850 г. первый в мире буквопечатающий телеграфный аппарат.

Огромный вклад в развитие науки об электричестве был сделан также русскими учеными Александром Григорьевичем Столетовым, Дмитрием Александровичем Лачиновым, Владимиром Николаевичем Чиколевым, Михаилом Осиповичем Доливо-Добровольским и многими другими.

Изобретатель радио А. С. Попов родился 16 марта 1859 г. в уральском селении Турьинские рудники. Среднее образование А. С. Попов получил в Пермской духовной семинарии. В 1877 г. Александр Степанович, после блестящей сдачи вступительных экзаменов, был зачислен студентом физико-математического факультета Петербургского университета, который через пять лет был им окончен со степенью кандидата.

По окончании университета Александр Степанович поступил преподавателем в минный офицерский класс в Кронштадте, где ему представлялась широкая возможность вести научную работу.

В 1888 г. после опубликования опытов Генриха Герца А. С. Попов усиленно принялся за их изучение. С самого начала опытов с электромагнитными волнами в 1889 г. А. С. Попов имел в виду не только научные цели, но и цели применения этих волн для передачи сигналов на большие расстояния. Над этой проблемой кроме А. С. Попова работали английские физики Лодж и Крукс, но им не удалось достичь нужных результатов.

Александр Степанович Попов, производя опыты с электромагнитными волнами, сделал ряд крупных изобретений и усовершенствований аппаратуры, направленных к увеличению ее чувствительности и дальности действия, а также к приспособлению ее для передачи телеграфных сигналов.

Александр Степанович усовершенствовал когерер [1], применив автоматическое его встряхивание после каждого сигнала для восстановления чувствительности, изобрел антенну и заземление, применил металлический экран для защиты от посторонних электромагнитных полей и электромагнитное реле для усиления сигналов и записи их на ленту. Таким образом, приемник А. С. Попова содержал в зародыше все основные элементы современной приемной радиостанции: антенное устройство, детектор (когерер),

---

[1] Первоначальный тип детектора, впоследствии замененный кристаллическим детектором.

усилитель (электромагнитное реле) и оконечное устройство для записи сигналов на ленту.

7 мая 1895 г. А. С. Попов впервые выступил с упомянутым выше сообщением о своем открытии на заседании Русского физико-химического общества. Свой радиоприемник он скромно назвал грозоотметчиком за его способность регистрировать отдельные атмосферные разряды. Доклад же, опубликованный впоследствии под названием «Прибор для обнаружения и регистрирования электромагнитных колебаний», он закончил словами:

«В заключение могу выразить надежду, что мой прибор при дальнейшем усовершенствовании его может быть применен к передаче сигналов на расстояние при помощи быстрых электрических колебаний, как только будет найден источник таких колебаний, обладающий достаточной энергией».

Эту задачу удалось решить самому А. С. Попову. Меньше чем через год, 24 марта 1896 г., он снова выступил в Русском физико-химическом обществе и на этот раз продемонстрировал возможность телеграфирования без проводов, передав на расстояние в 250 *м* первую в мире радиограмму, состоявшую из двух слов: «Генрих Герц».

В 1897 г. А. С. Попов увеличил дальность действия своих приборов до 5 *км*, а в 1899 г., благодаря открытию возможности приема сигналов на слух, до 50 *км*.

В 1899—1900 гг. аппараты А. С. Попова были использованы для связи с севшим на мель в Финском заливе броненосцем «Генерал-адмирал Апраксин» на расстоянии свыше 40 *км*. За время работ по снятию броненосца с мели было передано 440 радиограмм. Первой из них была радиограмма с просьбой о спасении 17 рыбаков, унесенных на оторвавшейся льдине. По этой радиограмме ледокол «Ермак» вышел к льдине и спас всех рыбаков.

В 1901 г. Александр Степанович применил настройку приемника и передатчика в резонанс и изобрел первый контактный детектор с парой уголь—сталь, а в 1905 г. изобрел волномер для измерения длины волны. В докладах и статьях А. С. Попова имеются указания, на основе которых в дальнейшем развивалась техника направленных антенн, радиолокации и радионавигации.

Известность и слава А. С. Попова, как изобретателя радио, перешагнули границы России. Американские капиталисты, желая купить Попова вместе с его изобретением,

предложили ему переехать в Америку на очень выгодных условиях, но он отверг это предложение, заявив: «Я — русский человек и все свои знания, весь свой труд, все мои достижения имею право отдавать только России».

Александр Степанович Попов скончался 13 января 1906 г. от кровоизлияния в мозг. Непосредственной причиной смерти великого русского ученого был вызов его в министерство внутренних дел, где царский министр, размахивая кулаками перед лицом Попова, потребовал допуска в электротехнический институт, директором которого был в это время А. С. Попов, полицейских агентов для наблюдения за студентами.

Александр Степанович категорически отказался допустить полицейских ищеек в институт, но после этого объяснения он слег в постель и уже больше не вставал.

Некоторые заграничные и даже русские реакционные круги приписывали изобретение радио итальянцу Маркони. Однако эти фальсификаторские попытки опровергнуты исторически установленными фактами и документами, из которых следует, что Маркони был просто ловким дельцом, укравшим изобретение А. С. Попова. Доказано, что вся «изобретательская» деятельность Маркони состояла в том, что он изготовил приемник по схеме А. С. Попова, опубликованной в 1896 г. в январском номере журнала физико-химического общества в Петербурге.

Россия была родиной радио, однако темпы развития радиопромышленности в царской России были недостаточными. Лишь после великой Октябрьской Социалистической революции началось подлинное развитие отечественной радиотехники.

Ленин и Сталин сразу же после Октябрьской революции приняли ряд мер по обеспечению быстрого развития отечественной радиопромышленности и радиовещания.

В 1918—1920 гг. за подписью В. И. Ленина было принято несколько важных решений по вопросам радио.

В 1919 г. в СССР — значительно раньше чем за границей — начались опытные радиотелефонные передачи. В США такие передачи начались только в конце 1920 г., в Англии и во Франции — в 1922 г., а в Германии — в 1923 г.

Советский Союз неизменно удерживает мировое первенство по мощным радиовещательным станциям.

Нашей стране — родине радио — принадлежат важнейшие открытия в области радио. СССР не только родина

радио, но и родина радиовещания, телевидения, радионавигации и радиолокации. Все эти области радиотехники возникли в Советском Союзе.

Советские ученые и радиоспециалисты занимали и занимают ведущее место в радиотехнике, с честью выполняя задачу, поставленную вождем народов товарищем Сталиным «не только догнать, но и превзойти в ближайшее время достижения науки за пределами нашей страны».

2. ЗНАЧЕНИЕ РАДИО В ХОЗЯЙСТВЕННОЙ И КУЛЬТУРНОЙ ЖИЗНИ И В ОБОРОНЕ СССР

Радио давно уже перестало быть только средством связи и применяется сейчас почти во всех областях науки и техники. Но и в области связи успехи советской радиотехники поистине огромны. Передача первой в мире радиограммы, состоявшей всего из двух слов «Генрих Герц», заняла около 5 мин. Современный фототрансмиттер, изобретенный советскими инженерами, позволяет вести телеграфную передачу со скоростью 1 000 слов в минуту, т. е. в 2 500 раз быстрее аппарата Попова. Передача всего текста этой страницы при помощи фототрансмиттера заняла бы не более 30 сек.

Развитие радио породило новую область связи — высокочастотное телефонирование, позволяющее производить сотни разговоров одновременно по одному телефонному кабелю.

Большое значение в народном хозяйстве имеют токи высокой частоты. Техника токов высокой частоты — это также техника радио.

Токи высокой частоты применяются в индукционных электроплавильных печах для выплавки лучших сортов стали и специальных сплавов. В СССР для этой цели применяются установки проф. Вологдина, награжденного за свои работы золотой медалью имени А. С. Попова.

В технике обработки металлов токи высокой частоты употребляются для поверхностной закалки на любую глубину изделий сложной формы.

Благодаря применению специальных радиоламп созданы «читающие» станки, обрабатывающие изделие прямо по чертежу, без помощи человека.

При помощи токов высокой частоты производятся сушка древесины, консервирование и стерилизация пищевых про-

дуктов, обработка изделий из пластических масс, сушка эмалевой изоляции электрообмоточных проводов и многое, многое другое.

Радиоволны применяются в медицине для лечения обмораживаний и воспалительных процессов. Радиоаппаратура применяется также для изучения деятельности мозга и работы сердца.

Облучение радиоволнами растений и семян используется для ускорения роста растений и для придания им новых качеств.

Радиометоды используются в физике, математике, астрономии, в физике атомного ядра и т. д. В физике широко применяется электронный микроскоп, разрешающая способность которого во много раз выше обычного микроскопа; в математике специальные радиоаппараты производят сложные вычисления; в астрономии радиоприборы применяются для отсчета времени и для фотометрирования звезд, а в последнее время также для непосредственного наблюдения небесных тел при помощи радиотелескопов; при изучении строения атома применяется циклотрон — установка, осуществление которой стало возможным только благодаря успехам радиотехники.

Невозможно перечислить все применения радиотехники в народном хозяйстве нашей страны, в науке и культуре.

Радио — лучшее средство коммунистического воспитания масс трудящихся. Ленин и Сталин с самых первых дней Октябрьской революции оценили возможности радио и использовали его для связи революционной власти с рабочими и крестьянами всей страны и с солдатами на фронте. Радиовещание и радиофикация в нашей стране развиваются гигантскими темпами. Недалеко то время, когда в СССР не будет ни одного населенного пункта без радиоустановки. Советское телевидение стало лучшим в мире по качеству. Радио в нашей стране является важнейшим орудием социалистической культуры, не менее важным, чем газета, книга, кино или театр.

Советское радио борется за мир, против поджигателей войны. К голосу Москвы прислушивается все прогрессивное человечество.

В тяжелые годы Отечественной войны радио помогало сплочению народов Советского Союза на борьбу за свободу и независимость нашей Родины. Затаив дыхание слушали миллионы советских людей исторические выступления вож-

дя народов товарища Сталина. Радио разносило по всей стране сводки советского Информбюро, приказы товарища Сталина и звуки залпов победных московских салютов. Радио помогало крепить связь между фронтом и тылом: два миллиона писем было получено для радиопередач «Письма на фронт»; 27 000 семей нашли своих потерянных отцов, матерей и детей благодаря радио.

Огромную помощь оказало радио партизанскому движению и городам-героям.

В военном деле радио применяется не только для целей связи. На принципах радио построены радиолокаторы, радиопеленгаторы, радиокомпасы, радиомаяки, радиовысотомеры, радиодальномеры, приборы для слепой посадки самолетов, миноискатели, неконтактные взрыватели и ряд других приборов. Радио может быть применено для управления на расстоянии торпедами, минами, самолетами, ракетами и танками, а также для взрывов на расстоянии.

Без радио невозможно организовать метеорологическую службу, а без прогнозов погоды немыслимы успешные действия не только авиации, но также и наземных войск.

Роль радио в Советской Армии была поднята на небывалую высоту благодаря личным заботам товарища Сталина, который еще в самом начале Великой Отечественной войны четко определил значение радио как наиболее надежной формы связи и основного средства управления войсками в подвижных формах современного боя.

3. СОВЕТСКОЕ РАДИОЛЮБИТЕЛЬСТВО

Советское радиолюбительство, как массовое движение, возникло в 1924 г., когда организовались общества радиолюбителей сначала в Москве и Ленинграде, а затем и в других городах СССР.

За 26 лет из рядов советских радиолюбителей вышло немало известных радиоспециалистов и ученых, прославивших советскую радиотехнику своими изобретениями и открытиями. Большинство лауреатов Сталинских премий, удостоенных этого высокого звания за работы в области радиотехники, были в недалеком прошлом радиолюбителями.

Советское радиолюбительство имеет огромное значение как неисчерпаемый источник кадров для радиофикации страны и радистов для Советской Армии.

В постановлении Советского правительства об установлении 7 мая ежегодного Дня радио говорится, что этот день

устанавливается «в целях популяризации достижений отечественной науки и техники в области радио и поощрения радиолюбительства среди широких слоев населения».

В настоящее время руководство радиолюбительским движением в нашей стране осуществляется Всесоюзным Добровольным Обществом Содействия Армии (ДОСАРМ). Организации ДОСАРМ осуществляют массовую пропаганду радиознаний и вовлекают в ряды радиолюбителей новые тысячи советских граждан, особенно молодежи. ДОСАРМ возглавляет патриотическое движение советских радиолюбителей по оказанию активной помощи массовой радиофикации страны, особенно колхозного села, по установке новых радиоузлов, радиоприемников и громкоговорителей и по обеспечению их бесперебойной работы. В радиокружках, радиоклубах и филиалах радиоклубов на предприятиях, имеющихся при каждой организации ДОСАРМ, производится массовая подготовка радиоспециалистов для нужд радиофикации, для обороны и для различных отраслей народного хозяйства нашей страны. На коллективных радиолюбительских коротковолновых радиостанциях ДОСАРМ готовятся тысячи советских коротковолновиков. Ежегодные выставки, устраиваемые организациями ДОСАРМ, организуют творчество десятков тысяч радиолюбителей-конструкторов, создающих новые конструкции радиоаппаратуры. Радиолюбители, особо отличившиеся в области радиофикации, изобретательства, конструирования радиоаппаратуры и пропаганды радиотехнических знаний, награждаются грамотами ЦК ДОСАРМ и значками «Почетный радист».

Советское радиолюбительство — один из отрядов на фронте борьбы за социалистическую культуру и школа для подготовки будущих советских радиоспециалистов.

ГЛАВА ВТОРАЯ

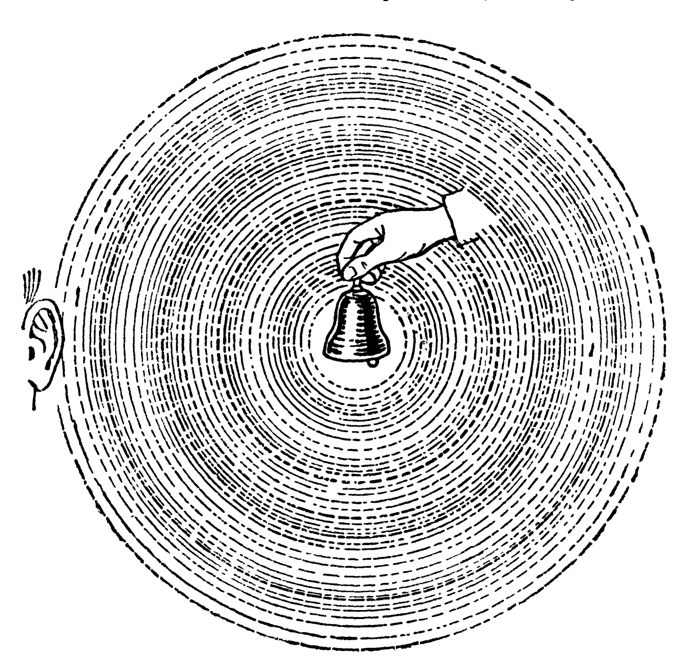
КАК ПРОИСХОДИТ РАДИОПЕРЕДАЧА

4. ПРИРОДА ЗВУКА

Чтобы разобраться в вопросе о том, как происходит радиотелефонная передача, т. е. передача по радио различных звуков (речи, пения, музыки и т. д.), необходимо иметь некоторое представление о природе звука.

Наблюдая за звучащими предметами, мы убеждаемся, что стенки звучащего предмета быстро колеблются. Иногда

же колеблется и весь предмет целиком (например, звучащая струна). Эти колебания служат причиной возникновения звуков. Колебания звучащего предмета заставляют колебаться соприкасающийся с ним слой воздуха, этот слой воздуха в свою очередь приводит в колебательное движение другой, более удаленный от предмета, воздушный слой



Фиг. 1. Звуковые волны представляют собой сжатия и разрежения воздуха.

и т. д. Вокруг звучащего предмета образуются так называемые звуковые волны, представляющие собой попеременные сжатия и разрежения воздуха (фиг. 1). Звуковые волны не стоят на месте, а распространяются во все стороны от звучащего предмета со скоростью около 340 *м/сек*.

Звуковые волны могут существовать не только в воздухе, но и в любой твердой, жидкой или газообразной среде. Например, по стальному рельсу звук распространяется даже лучше, чем по воздуху. Непреодолимым препятствием для звуковых волн является безвоздушное пространство (вакуум). Звон колокольчика, помещенного под стеклянным

колпаком, перестает быть слышным после того, как из-под колпака выкачан воздух.

Достигая уха, звуковые волны вызывают в нем особое раздражение, передающееся по нерву нашему головному мозгу и создающее в нем ощущение звука.

Вызванный колебательным движением звук не может не походить на это движение, и действительно, звук является своеобразным отражением колебательного движения.

Рассмотрим наиболее простые звуки. Такие звуки называются тонами. Общеизвестно, что тоны различаются между собой по высоте и по громкости. Высота тона зависит от частоты колебаний звучащего предмета. Чем выше частота колебаний, т. е. чем быстрее (чаще) колеблется звучащий предмет, тем выше тон. Каждой частоте колебаний соответствует вполне определенная высота тона.

Наше ухо устроено таким образом, что оно не может слышать ни очень низких, ни очень высоких тонов, а воспринимает такие колебания, частоты которых лежат в пределах от 20 до 15 000 полных колебаний в секунду — от 20 до 15 000 *герц* (*гц*). Эта полоса частот называется спектром звуковых или, иначе, низких частот.

При передаче звука по радио без заметного ущерба для качества звучания можно передавать только те звуки, которые соответствуют частотам от 80 до 5 000 *гц*.

Громкость звука является непосредственным отражением размаха (амплитуды) звуковых колебаний. Чем больше амплитуда звуковых колебаний, тем громче звук. Однако нужно отметить, что зависимость между амплитудой колебаний и громкостью звука не является прямо пропорциональной. Объясняется это особенностями нашего слухового аппарата. Мы будем очень близки к истине, если скажем, что наше ухо является прибором, превращающим действие умножения в сложение. Поясним это примером. Если мы увеличим амплитуду A_1 какого-либо звукового колебания в 10 раз, так что новая амплитуда A_2 будет:

$$A_2 = 10 \cdot A_1,$$

то наше ухо отметит не увеличение громкости L_1 в 10 раз, а прибавление ее на 20 условных единиц, называемых децибелами (*дб*). Следовательно, новая громкость L_2 будет равна

$$L_2 = L_1 + 20 \text{ дб}.$$

Если мы теперь увеличим амплитуду колебаний еще в 10 раз, т. е. установим амплитуду A_3, равную

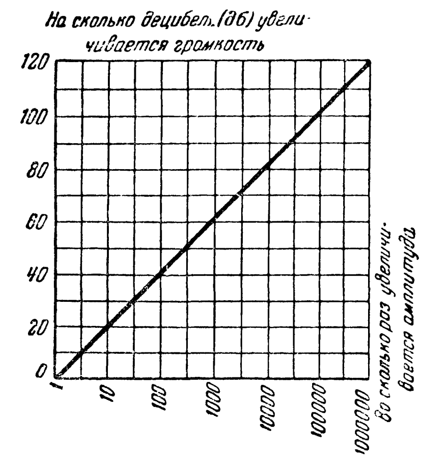
$$A_3 = 10 \cdot A_2 = 10 \cdot 10 \cdot A_1 = 100 A_1,$$

то ухо отметит прибавление громкости еще на 20 *дб*, т. е. новая громкость L_3 будет равна

$$L_3 = L_2 + 20 = L_1 + 20 + 20 = L_1 + 40 \text{ дб},$$

и т. д.

Таким образом, увеличение амплитуды в 10 раз соответствует увеличению громкости на 20 *дб*; увеличение амплитуды в 100 раз — увеличению громкости на 40 *дб*; увеличение амплитуды в 1 000 раз — увеличению громкости на 60 *дб* и т. д. График этой зависимости приведен на фиг. 2.



Фиг. 2. Увеличение амплитуды в 10 раз соответствует увеличению громкости на 20 *дб*.

Человеческое ухо не способно воспринимать очень слабые (тихие) звуки, очень же громкие звуки вызывают в нем ощущение боли.

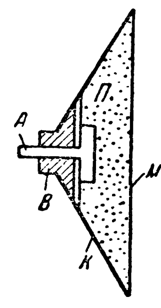
Амплитуда самого сильного безболезненно воспринимаемого звукового колебания приблизительно в 1 000 000 раз больше амплитуды самого слабого звукового колебания, которое еще может быть услышано ухом. Переведенное в единицы громкости — децибелы, это отношение будет равно 120 *дб*, т. е. самый сильный звук из слышимых ухом на 120 *дб* громче самого слабого звука.

Отношение самых сильных звуков к самым слабым звукам в радиопередаче называется ее динамическим диапазоном. Динамический диапазон радиопередач обычно не превышает 30—40 *дб*. Для этого перед радиопередачей самые тихие звуки усиливаются сильнее, чем громкие, в результате чего разница между ними несколько уменьшается. Производится это для уменьшения искажений при радиопередаче.

Звуки отличаются друг от друга не только высотой и громкостью. Мы легко находим, например, различие между звуками скрипки и кларнета, если даже эти звуки одинаковы по громкости и по высоте тона. Мы так же легко узнаем друг друга по голосу. Индивидуальный оттенок, или тембр звука, объясняется присутствием в нем, кроме основного тона, многих дополнительных тонов, придающих ему ту или иную окраску. Благодаря этому при радиопередаче даже сольных номеров, не говоря уже об оркестровых или хоровых, приходится передавать одновременно звуки многих частот или, как говорят, приходится передавать сразу целый спектр частот.

5. ПРЕВРАЩЕНИЕ ЗВУКОВЫХ КОЛЕБАНИЙ В ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ

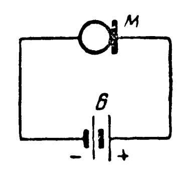
После того как мы выяснили колебательную природу звука, читателю уже должно быть ясно, в чем заключается первая задача радиотелефонии. Очевидно, прежде всего необходимо превратить звуковые колебания в электрические и затем уже эти электрические колебания при помощи соответствующих приборов передать на расстояние.



Фиг. 3. Сопротивление угольного порошка *П*, заполняющего капсюль микрофона, электрическому току изменяется в такт со звуковыми колебаниями.

Прибор, при помощи которого можно превратить звуковые колебания в электрические, называется микрофоном. Существует очень много различных типов микрофонов, но мы не будем подробно останавливаться на их устройстве и опишем только устройство простейшего угольного микрофона, для того чтобы на этом примере выяснить, как действует микрофон. Устройство простейшего угольного микрофона схематически изображено на фиг. 3. В металлическую коробочку (капсюль) *К* насыпан угольный порошок *П*. Сверху капсюль закрыт тонкой пластинкой — мембраной *М*. Сквозь отверстие в капсюле пропущен контакт *А*, изолированный от капсюля при помощи эбонитовой или фибровой втулки *В*. Таким образом, электрический ток от контакта *А* к коробочке *К* может проходить только через угольный порошок *П*. Уголь является проводником электричества, но угольный порошок, как и некоторые другие проводники такого типа, обладает следующим свойством. Его сопротивление электрическому току зависит от

того, как сильно прижимаются друг к другу отдельные крупинки порошка. Чем сильнее они прижаты друг к другу, тем меньше сопротивление угольного порошка, и наоборот. Это свойство угольного порошка и позволяет превратить звуковые колебания в колебания электрические. Если на мембрану действует звук, т. е. механические колебания воздуха, то она также начинает колебаться, отчего крупинки угольного порошка прижимаются друг к другу то сильнее, то слабее. Сопротивление микрофона электрическому току будет при этом изменяться. Следовательно, если мы составим из микрофона *М* и батареи *Б* электрическую цепь (фиг. 4), то вследствие изменения сопротивления микрофона при действии на него звука будет изменяться и сила тока, создаваемого в цепи микрофона батареей. Таким образом, сила электрического тока в цепи микрофона все время будет изменяться в соответствии со звуковыми колебаниями, действующими на мембрану микрофона. Мы получим в этой цепи электрический ток, все время изменяющийся по величине, причем все эти изменения по своей частоте и амплитуде будут соответствовать тем звуковым колебаниям, которые действуют на мембрану микрофона.



Фиг. 4. В такой цепи под воздействием звуковых волн возникают колебания электрического тока.

6. ПЕРЕДАЮЩАЯ РАДИОСТАНЦИЯ

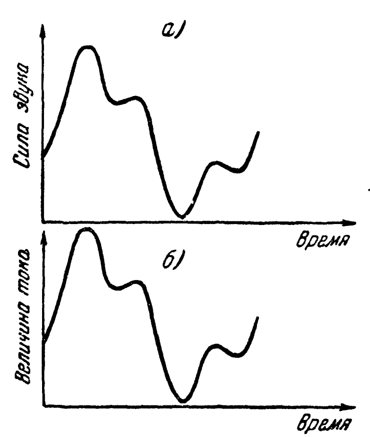
Колебания микрофонного тока являются точной копией звуковых колебаний, которыми они вызываются. Кривая микрофонного тока (фиг. 5,*б*) в точности воспроизводит форму кривой звуковых колебаний (фиг. 5,*а*). Однако электрические колебания, полученные при помощи микрофона, нельзя использовать для непосредственной передачи звука по радио, так как они могут распространяться только по проводам.

С другой стороны, колебания высокой частоты, распространяющиеся без помощи проводов на большие расстояния, не могут быть использованы для непосредственного воспроизведения звука, так как они лежат за пределами спектра частот, слышимых нашим ухом.

Итак, с одной стороны, для воспроизведения звука пригодны только низкие частоты, а, с другой, для передачи звука на большие расстояния нельзя обойтись без высоких частот.

Поэтому в радиотелефонии колебания высокой частоты используются в качестве своеобразного переносчика звука с радиостанции к антеннам радиослушателей.

С этой целью на передающей радиостанции токи высокой частоты подвергают изменениям. Эти изменения могут состоять, например, либо в вариации частоты (частотная модуляция), либо в изменении амплитуды колебаний (амплитудная модуляция).



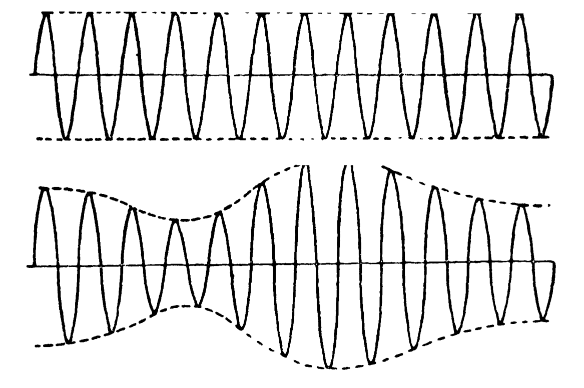
Фиг. 5. Форма кривой микрофонного тока точно воспроизводит форму кривой звукового давления.

В радиовещательных длинноволновых и средневолновых станциях применяется амплитудная модуляция.

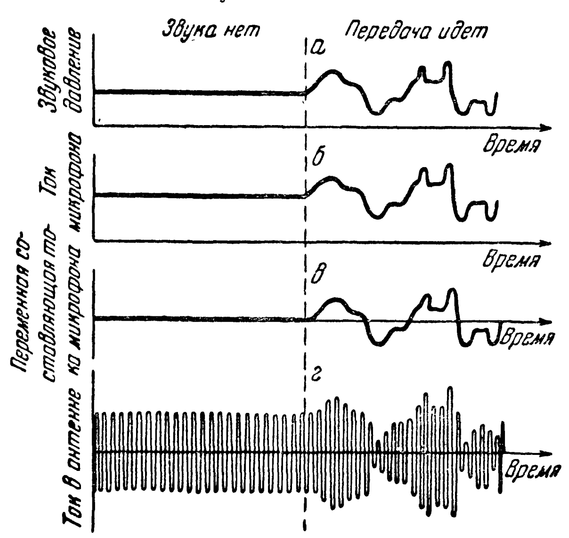
Сущность амплитудной модуляции состоит в том, что при помощи особого устройства — модулятора — амплитуды тока высокой частоты изменяются в такт с колебаниями микрофонного тока и, следовательно, в такт со звуковыми колебаниями.

Если, например, перед микрофоном воспроизводится звуковое колебание, частота которого равна 1 000 *гц*, то амплитуды тока высокой частоты будут по 1 000 раз в течение каждой секунды попеременно то увеличиваться, то уменьшаться (фиг. 6). Чем громче звук, тем больше будут изменения амплитуд тока высокой частоты. Колебания высокой частоты с измененной в такт звуковым колебаниям амплитудой называются модулированными колебаниями.

Форма модулированных колебаний высокой частоты показана на фиг. 7 (нижняя часть рисунка). Из этого рисунка видно, что модулированные колебания продолжают оставаться колебаниями высокой частоты. Медленные звуковые колебания в модулированных колебаниях не содержатся ни в явном, ни в скрытом виде; они только как бы записаны на более быстрых колебаниях высокой частоты. «Запись»



Фиг. 6. Под влиянием звукового колебания амплитуды тока высокой частоты то увеличиваются, то уменьшаются.

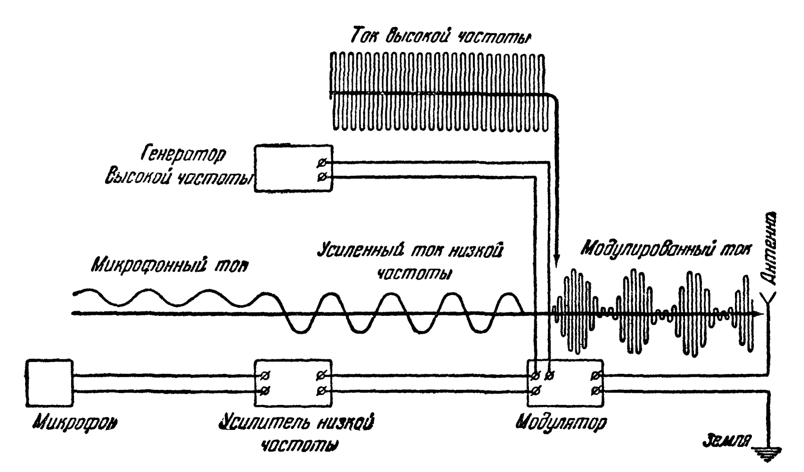


Фиг. 7. Огибающая линия колебаний высокой частоты воспроизводит форму кривой звуковых колебаний.

эта состоит в том, что форма воображаемой кривой линии, огибающей амплитуды тока высокой частоты, в точности воспроизводит форму кривой тока низких (звуковых) частот.

Процесс модуляции можно сравнить также с нанесением узора на канву. «Узором» в данном случае будут звуковые колебания, а «канвой» — высокочастотные.

При нанесении узора на канву, для того чтобы он вышел возможно более точным, необходимы два условия: во-первых, чтобы канва была достаточно мелкой, а, во-вторых, чтобы клетки канвы были везде одинаковыми. Примерно такие же условия надо предъявить и к электрическим колебаниям, чтобы нанесенный на них «узор» звуковых колебаний был воспроизведен достаточно точно. Во-первых, необходимо, чтобы это были электрические колебания, гораздо



Фиг. 8. На передающей радиостанции в результате воздействия низкочастотных колебаний на колебания высокой частоты получаются модулированные колебания.

более быстрые, чем звуковые колебания, которые на них наносятся. Это условие обычно соблюдается: наиболее быстрые звуковые колебания имеют частоту около 15 000 *гц*, передатчики же, которыми обычно пользуются для радиотелефонии, имеют частоту свыше 150 000 *гц*.

Второе условие для электрических колебаний заключается в том, чтобы амплитуда этих первоначальных колебаний всегда была одинакова; в противном случае, так же как на канву с неровными клетками, мы не сможем точно нанести звуковой «узор». Поэтому для целей радиотелефонии можно пользоваться только незатухающими колебаниями, а колебания, амплитуда которых еще до модуляции не остается постоянной, для этой цели непригодны (например, для этой цели непригодны затухающие колебания, создаваемые искровыми передатчиками).

Математический анализ модулированных колебаний высокой частоты показывает, что они состоят из колебаний, охватывающих целую полосу частот, ширина которой равна двойной ширине полосы модулирующих (звуковых) частот. Основная (средняя) из этих частот называется несущей частотой, а все остальные — боковыми частотами.

Например, если высокочастотные колебания имеют несущую частоту, равную 1 000 000 *гц*, а модуляция производится полосой низких частот от 100 до 4 000 *гц*, то модулированные колебания будут иметь полосы боковых частот от 996 000 до 999 900 и от 1 000 100 до 1 004 000 *гц*.

Благодаря этому обстоятельству каждая радиостанция занимает в эфире «жилплощадь», равную двойной ширине полосы модулирующих частот, что в свою очередь служит причиной невозможности «размещения» в эфире произвольно большого числа радиостанций. Итак, модулированные колебания представляют собой полосу колебаний высоких частот, сочетание которых и составляет отпечаток или «узор» колебаний низкой частоты.

Общая схема всех изменений, которым подвергаются колебания на передающей станции от микрофона до антенны, показана на фиг. 7.

На фиг. 8 приведена так называемая скелетная схема передающей радиостанции.

На этой схеме составные элементы передающей радиостанции изображены в виде прямоугольников, возле которых показаны графики соответствующих колебаний.

7. ИЗЛУЧЕНИЕ РАДИОВОЛН

Форма энергии, которая для своего распространения не требует никаких проводников, называется лучистой энергией. Лучистой энергией, например, является световая энергия. Всякий источник света посылает во все стороны лучи света, и эти лучи несут с собой некоторую энергию. Источник света излучает энергию. Принципиально так же осуществляется и беспроволочная связь. Передающая радиостанция излучает электромагнитную энергию, и эта энергия распространяется без проводов в пространстве во все стороны от передатчика. Достигая приемной радиостанции, эта энергия воздействует на приемник и вызывает появление в приемнике нужных сигналов.

Чтобы рассмотреть вопрос о распространении электромагнитной энергии без проводов, мы должны начать сравнительно издалека, именно с представлений об электрическом и магнитном поле.

Электрическое поле появляется вокруг всякого тела, в котором возникает электрический заряд, и исчезает, когда исчезает сам заряд.

Точно так же, как вокруг электрического заряда существует электрическое поле, в пространстве вокруг электрического тока или постоянного магнита существует магнитное поле.

Когда электрические заряды неподвижны, то существует только электрическое поле без магнитного. Если же электрические заряды начинают двигаться, то это означает, что появляется электрический ток, а вместе с ним возникает и магнитное поле. В этом случае электрическое и магнитное поля известным образом связаны между собой.

Однако связь между электрическим и магнитным полями этим не исчерпывается. Существует еще и другая тесная связь между электрическими и магнитными полями, если эти поля переменные. А именно, всякое изменение электрического поля влечет за собой возникновение магнитного поля и, наоборот, всякое изменение магнитного поля влечет за собой возникновение электрического поля [1]. Указанная взаимная связь между электрическим и магнитным полями играет тем бо́льшую роль, чем быстрее происходят изменения этих полей. Поэтому только в случае постоянных или медленно меняющихся электрических и магнитных полей можно не принимать во внимание этой связи и считать, что электрическое и магнитное поля существуют независимо друг от друга. Но при быстропеременных электрических токах электрическое и магнитное поля не независимы друг от друга, а связаны между собой указанным выше образом, так что в каждой точке пространства существует как электрическое, так и магнитное поле. Такие связанные между собой переменные электрические и магнитные поля называют электромагнитным полем. Электромагнитная энергия распространяется в пространстве в виде быстропеременного электромагнитного поля. Одним из основных свойств такого

---

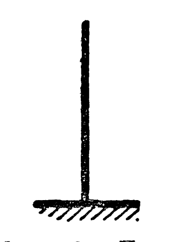
[1] Этот последний эффект и лежит в основе известного явления электромагнитной индукции: при изменении магнитного поля возникает электрическое поле, которое действует в окружающих проводниках, как электродвижущие силы индукции.

поля является то, что оно очень быстро (со скоростью, примерно, 300 000 *км/сек*) распространяется в пространстве. Электромагнитное поле называют также электромагнитной волной.

Для распространения электромагнитных волн не требуется наличия промежуточной механической среды. Хотя промежуточная среда (например, воздух) и играет определенную роль при распространении электромагнитных волн, но она отнюдь не необходима для распространения этих волн. Более того, эта среда нередко вызывает поглощение электромагнитных волн, «мешает» их распространению. Когда в дальнейшем мы будем говорить о распространении электромагнитных волн в пространстве (часто это пространство называют «эфиром»), то нужно помнить, что хотя это пространство и может быть заполнено какой-либо механической средой (обычно воздухом), но ее присутствие вовсе не обязательно для их распространения. Примером распространяющегося в пространстве быстропеременного электромагнитного поля могут служить световые лучи. Но не все быстропеременные электромагнитные поля действуют на наш глаз и, следовательно, не все принадлежат к классу световых волн. В отношении воздействия на органы чувств человека, да и вообще в отношении своих свойств, быстропеременные электромагнитные поля разделяются на многочисленные и разнообразные группы, причем все эти группы, хотя и имеют одну и ту же природу, но различаются по частоте, с которой происходит изменение электромагнитного поля. Это различие по частоте и обусловливает различные свойства электромагнитных полей и, в частности, различное их воздействие на наши органы чувств. Видимый свет, например, т. е. такие электромагнитные волны, которые действуют непосредственно на наш глаз; принадлежит к числу чрезвычайно быстро меняющихся электромагнитных полей, частота которых составляет пятнадцатизначное число. Более быстро и более медленно меняющиеся электромагнитные поля уже не действуют на наш глаз и не принадлежат к области видимого света. Именно некоторыми гораздо более медленно меняющимися (чем в случае световых волн) электромагнитными полями пользуются для передачи на расстояние энергии без проводов. Применяемые для этих целей электромагнитные волны называют радиоволнами. Все электромагнитные волны, в том числе и световые, распространяются в пустоте с одной и той же

скоростью — около 300 000 *км/сек*, поэтому эту скорость называют скоростью света.

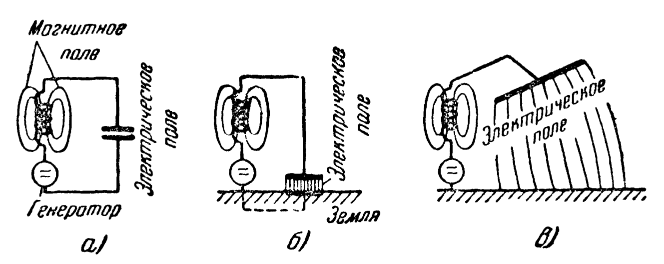
Так как для передачи сигналов на расстояние без проводов пользуются электромагнитными волнами, то задача всякой передающей радиостанции состоит прежде всего в том, чтобы создать эти электромагнитные волны. Посмотрим, как это происходит.



Фиг. 9. Простейшая антенна представляет собой заземленный вертикальный провод.

Излучение радиоволн происходит при помощи передающей антенны. Для удобства мы будем рассматривать действие передающей антенны, состоящей только из одного вертикального провода (фиг. 9). Всякая антенна представляет собой так называемый открытый колебательный контур. Как известно читателю, всякий электрический колебательный контур содержит в себе индуктивность и емкость. Оказывается, что простой провод также обладает емкостью и индуктивностью.

Возьмем обычный колебательный контур, состоящий из катушки и конденсатора, с включенным в него генератором переменного тока высокой частоты (фиг. 10,*а*). Одна из пластин конденсатора этого колебательного контура впол-



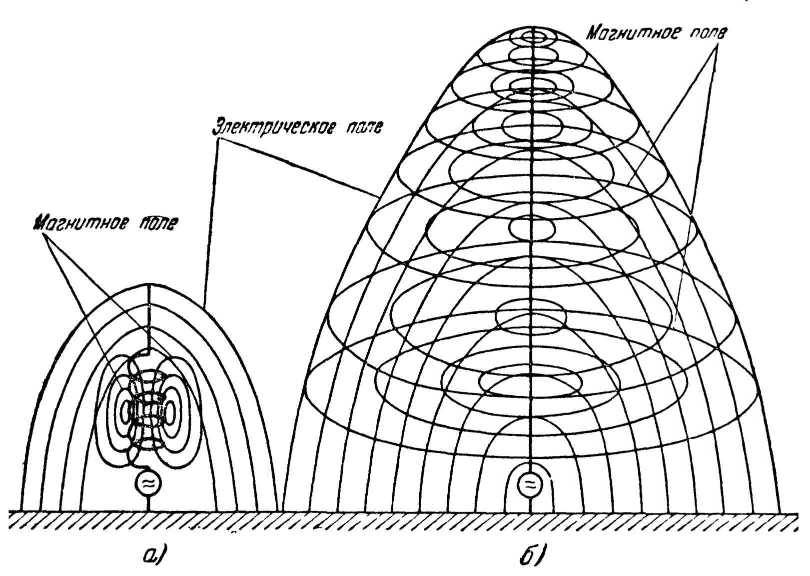
Фиг. 10. Замкнутый колебательный контур начинает превращаться в открытый.

не может быть заменена поверхностью земли (фиг. 10,*б*). Колебательные контуры 10,*а* и 10,*б* вполне равноценны друг другу.

Характерной особенностью этих контуров является то, что как в одном, так и в другом контуре электрические силовые линии сосредоточены в одном месте (между обкладками конденсатора), а магнитные силовые линии — в дру-

гом месте (вокруг катушки индуктивности). Как известно, при электрических колебаниях в контуре электрическая энергия поочередно переходит из электрического поля конденсатора в магнитное поле катушки и обратно.

Теперь давайте начнем раскрывать наш колебательный контур так, как показано на фиг. 10,*в*. При этом электрические силовые линии будут все более удлиняться. Чтобы емкость конденсатора при этом оставалась неизменной, мы



Фиг. 11. В открытом колебательном контуре электрическое и магнитное поля совместились и занимают значительно больший объем.

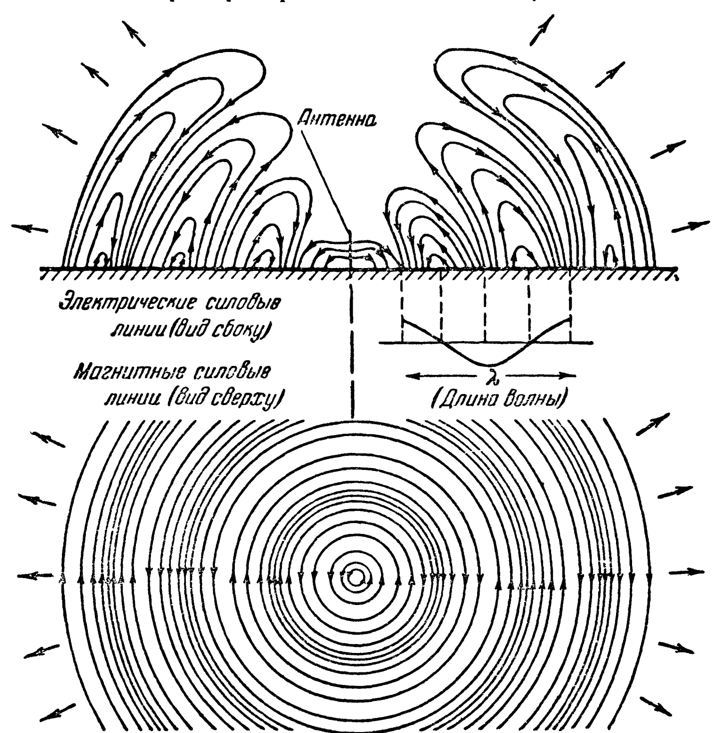
будем одновременно увеличивать поверхность его верхней обкладки (в качестве нижней обкладки, как мы уже сказали, служит земля).

В результате такого раскрытия мы получим разомкнутый (открытый) колебательный контур с распределенной емкостью, изображенной на фиг. 11,*а*. Индуктивность контура может быть также превращена из сосредоточенной в распределенную путем растягивания катушки индуктивности (фиг. 11,*б*).

В полученном таким образом открытом колебательном контуре электрические и магнитные силовые линии занимают значительно бо́льший объем, чем в закрытом колеба-

тельном контуре и, кроме того, они сосредоточены не в разных местах, а распределены вдоль всего провода.

При колебаниях в открытом колебательном контуре, возбуждаемых генератором высокой частоты, значительная часть энергии будет отрываться от контура и со скоростью 300 000 *км/сек* распространяться во все стороны.



Фиг. 12. Излучение радиоволн можно представить в виде „отшнуровывания" электрических и магнитных силовых линий.

Процесс излучения электромагнитной энергии можно иллюстрировать в виде «отшнуровывания» магнитных и электрических силовых линий (фиг. 12). Для наглядности отшнуровывание электрических силовых линий изображено на верхней части рисунка, а магнитных — на нижней. В действительности же оба эти процесса неразрывно связаны между собой и образуют единый процесс излучения электромагнитных волн.

При работе генератора антенна заряжается относительно земли то положительно, то отрицательно. При этом по ней непрерывно протекают зарядные и разрядные токи. Непрерывное изменение знака заряда вызывает возникновение вокруг антенны электрических силовых линий то одного направления, то другого, а переменный зарядо-разрядный ток высокой частоты, текущий по проводу антенны, образует вокруг нее переменное магнитное поле.

При возрастании напряжения число электрических силовых линий увеличивается; при этом увеличивается и пространство, охватываемое ими: электрическое поле как бы «разбухает», наполняясь энергией. При убывании напряжения электрические силовые линии «втягиваются» обратно в провод антенны; электрическое поле «съеживается», отдавая свою энергию магнитному полю.

Однако не успеют еще наиболее удалившиеся электрические силовые линии втянуться обратно в антенну, как напряжение меняет знак, и вокруг антенны появляются новые силовые линии другого направления, отталкивающие «старые» линии от антенны.

Оторванные таким образом от антенны и подгоняемые вновь образовавшимися силовыми линиями «старые» линии разлетаются от антенны во все стороны с огромной скоростью, равной скорости света (300 000 *км/сек*).

Одновременно с отшнуровыванием электрических силовых линий происходит совершенно аналогичным образом отшнуровывание и магнитных силовых линий. В течение каждой половины периода от антенны в пространство уходит по одной «порции» электрических и магнитных силовых линий, несущих с собой электромагнитную энергию.

Количество энергии, излучаемой антенной, зависит не только от мощности генератора и от размеров антенны, но и от частоты тока в ней. Чем выше частота тока, тем большее количество электрических и магнитных силовых линий «опаздывает» вернуться в антенну (в течение данного отрезка времени) и, следовательно, тем бо́льшая доля электромагнитной энергии излучается в пространство. Поэтому для получения электромагнитных волн и применяются токи очень высоких частот.

Излучение антенны зависит также и от присутствия посторонних проводников. Так, например, если вблизи от излучающей антенны параллельно ей расположить другой провод, то в этом втором проводе будет индуктироваться

ток, обратный по направлению току, проходящему по излучающей антенне. Второй провод, когда по нему проходит ток, также излучает электромагнитные волны, также создает вокруг себя электромагнитное поле. Но так как ток в этом проводе направлен в каждый момент навстречу току в антенне, то и создаваемые ими электромагнитные поля в каждый момент направлены навстречу друг другу. В результате электромагнитное поле, создаваемое проводом, ослабляет поле антенны и, следовательно, присутствие провода уменьшает излучение антенны. Такое же влияние на излучение антенны оказывает и земля, если антенна расположена над землей параллельно ей, т. е. горизонтально. Поэтому горизонтальные антенны, расположенные над землей, очень слабо излучают электромагнитные волны; если же антенна расположена над землей вертикально, то земля уже не играет роли второго параллельного провода и не уменьшает ее излучения. Таким образом, антенна, расположенная вертикально над землей, излучает сильно, в то время как антенна, расположенная горизонтально, излучает очень слабо[1]. Поэтому, чтобы передающая радиостанция создавала сильные электромагнитные волны, она должна быть снабжена высокой вертикальной антенной.

Антенна передающей станции носит название передающей антенны, а генератор быстропеременных электрических токов, питающий антенну, называется передатчиком. Таким образом, передатчик и антенна являются основными частями всякой передающей радиостанции.

Итак, в передающей антенне существенную роль играет высота антенны (чем выше антенна, тем сильнее создаваемое ею электромагнитное поле). Однако известную роль играют и горизонтальные провода: они увеличивают общую емкость антенны и тем самым позволяют повысить силу тока в вертикальной части антенны и усилить электромагнитное поле, создаваемое антенной. Поэтому обычно все передающие антенны, помимо вертикальных проводов, снабжаются и горизонтальной частью, но для излучения электромагнитных волн существенную роль играет только вертикальная часть антенны.

---

[1] Применяя эти рассуждения, нужно помнить, что чем больше расстояние от провода до земли, тем меньше влияет земля на его излучение. Поэтому высоко над землей вертикальный и горизонтальный провода могут излучать одинаково; этот вывод оказывается справедливым на тем меньшей высоте, чем выше частота колебаний.

Чтобы вынужденные колебания в передающей антенне были возможно более сильными, нужно сделать так, чтобы частота внешней э. д. с., создающей вынужденные колебания в антенне, совпадала с собственной частотой антенны. Другими словами, передающую антенну нужно настроить в резонанс на ту частоту, которую создает питающий эту антенну источник тока (передатчик). Вопрос о настройке антенны будет подробно выяснен при рассмотрении работы приемной антенны.

8. ДЛИНА ВОЛНЫ

Выяснив, как образуются электромагнитные волны вокруг передающей антенны, мы должны перейти к выяснению смысла одного термина, с которым неизбежно сталкивается всякий радиолюбитель, именно термина длина волны. Чтобы сделать более наглядными наши рассуждения, мы начнем с такого примера. Как известно, у каждого паровоза обычно бывают два рода колес: большие — «ведущие» и маленькие — «бегуны». Ясно, что по отношению к рельсам все оси колес одного и того же паровоза движутся с одинаковой скоростью. Но если мы присмотримся к движению самих колес, то легко заметим, что маленькие колеса вертятся быстрее больших. Это и понятно, так как для того, чтобы пройти тот же путь, маленькие колеса должны сделать больше оборотов, чем большие. Если разные колеса катятся с одинаковой скоростью, то чем меньше колесо, тем меньше период его вращения (тем быстрее оно вращается). Между длиной окружности (или диаметром) колеса и периодом обращения колеса существует, следовательно, вполне определенная связь, которая накладывается условием, что скорость движения должна оставаться постоянной. Связь эта такова: при постоянной скорости движения длина окружности и период обращения должны быть прямо пропорциональны одно другому. Например, если длина окружности одного колеса вдвое больше, чем другого, то чтобы скорость их движения была одна и та же, нужно, чтобы период обращения бо́льшего колеса был вдвое больше. При этом, если скорость движения известна, то, зная длину окружности колеса, мы всегда можем определить период его обращения и, наоборот, по периоду обращения всегда можем определить размер колеса.

Для электромагнитных волн можно установить соотношения, аналогичные тем, которые мы сейчас вывели. При

этом весьма существенным является то обстоятельство, что все электромагнитные волны, как мы уже говорили, распространяются с одинаковой скоростью, но периоды электрических колебаний, создающих эти волны, могут быть различны — один больше, другой меньше. И точно так же, как разных размеров колеса проходят за один период своего обращения (один оборот) различный путь (бóльшие — бóльший, а меньшие — меньший), электромагнитные волны разного периода проходят за период разный путь. Чем меньше период колебаний, создающих электромагнитные волны, тем меньше и тот путь, который эти волны пройдут за один период. Но, как мы знаем, период колебаний будет тем меньше, чем больше частота колебаний, и, таким образом, чем больше частота колебаний, тем меньше тот путь, который электромагнитная волна проходит за время одного колебания (за один период). Этот путь, очевидно, соответствует в нашем примере пути, проходимому колесом за один его оборот. То расстояние, которое проходит электромагнитная волна за один период, называется длиной волны. Следовательно, длина волны будет тем меньше, чем больше частота колебаний, создающих эту волну. Как в случае колес, зная скорость движения и период обращения колеса, можно установить длину окружности колеса (и, наоборот, зная скорость и длину окружности, — установить период обращения); так, в случае электромагнитного поля, зная скорость распространения электромагнитной волны (300 000 *км/сек.*) и период или частоту электрических колебаний, создающих эту электромагнитную волну, можно определить, какова будет длина этой волны. Пусть, например, частота колебаний будет равна 1 000 000 *гц*, т. е. за 1 сек, будет происходить миллион колебаний и, следовательно, одно колебание будет продолжаться миллионную часть секунды. Так как электромагнитные волны проходят в 1 сек. 300 000 *км*, т. е. 300 000 000 *м*, то в нашем случае они успеют пройти за один период (одну миллионную секунды) 300 *м*. Следовательно, при частоте в миллион колебаний в секунду мы получим электромагнитные волны длиной в 300 *м*. Если частота колебаний будет в 10 раз меньше (100 000 *гц*), то период одного колебания будет в 10 раз больше, и длина волны будет также в 10 раз больше, т. е. 3 000 *м*. Зависимость между периодом и длиной волны выражается следующей формулой:

$$\lambda = cT,$$

где λ — длина волны, *м*; c — скорость распространения волн, *м/сек*;
T — период, сек.

Если вместо периода T вставить в эту формулу частоту в герцах f, то

$$\lambda = \frac{c}{f}$$

(так как частота в герцах $f = 1/T$).

Пользуясь этой формулой, можно определить длину волны, если известна частота колебаний. Так как $c =$ $= 300\,000\,000$ *м/сек*, то нужно 300 000 000 разделить на число колебаний в секунду, и тогда мы получим сразу длину волны в метрах. Наоборот, чтобы по длине волны определить частоту колебаний, нужно 300 000 000 разделить на длину волны в метрах, и мы получим число колебаний в секунду. Радиовещательные станции, например, пользуются обычно волнами от 15 до 2 000 *м*; этим волнам соответствуют частоты от 20 000 000 до 150 000 *гц*. Более короткими, чем 15 *м*, и более длинными, чем 2 000 *м*, волнами радиовещательные станции пользуются редко, но более длинные волны — до 15 000 или даже 20 000 *м* и более короткие — до 1 *м* или даже короче (до нескольких сантиметров) применяются для целей радиосвязи и в различных специальных случаях. В частности, для телевидения применяются волны длиной в несколько метров. Таким образом, к группе радиоволн сегодня можно отнести волны от 20 000 *м* (частота 15 000 *гц* или 15 *кгц*) до 1 *см* (частота 30 000 000 *кгц* или 30 000 *мггц*). С развитием радиотехники, область использования радиоволн расширяется в сторону более коротких волн.

Со стороны более коротких волн область радиоволн уже довольно близко подходит к области так называемых «невидимых световых волн», т. е. волн длиной от десятых до тысячных долей миллиметра. Эти волны не действуют на глаз человека, но обладают заметным тепловым действием, поэтому их часто называют также тепловыми волнами. Называют их также и инфракрасными волнами, так как они своей короткой частью непосредственно примыкают к области наиболее длинных видимых волн — именно волн, соответствующих красному цвету. Область видимого света занимает сравнительно небольшой участок — от волн длиной примерно в семь десятитысячных долей миллиметра, соответствующих красному цвету, до волн примерно в четыре

десятитысячных доли миллиметра, соответствующих фиолетовому цвету. Более короткие электромагнитные волны (короче четырех десятитысячных долей миллиметра), так называемые ультрафиолетовые лучи, уже снова невидимы человеческим глазом, но они производят сильные химические действия, вызывают сильную ионизацию (см. ниже), фотоэффект и т. д. Еще дальше лежит область так называемых рентгеновских лучей, которые соответствуют волнам длиной в миллионные доли миллиметра (в тысячи раз короче волн видимого света). Эти лучи также невидимы глазом; они обладают способностью проникать сквозь тела, непроницаемые для волн более длинных.

Таким образом, хотя радиоволны и занимают огромную область волн от 20 000 *м* до сантиметров, но эта область составляет только незначительную часть всего огромного «спектра» электромагнитных волн.

В СССР принято следующее официальное деление радиоволн на группы или диапазоны: длинные волны — длиннее 3 000 *м;* средние волны — от 200 до 3 000 *м;* промежуточные волны — от 50 до 200 *м*; короткие волны — от 10 до 50 *м* и ультракороткие волны — от 1 *см* до 10 *м*.

В радиолюбительской практике установилось несколько иное деление радиоволн по диапазонам, а именно: длинные волны — от 600 до 2 000 *м*; средние волны — от 200 до 600 *м*; промежуточные волны — от 100 до 200 *м*; короткие волны — от 10 до 100 *м*; ультракороткие волны — от 1 до 10 *м*; дециметровые волны — от 10 *см* до 1 *м* и сантиметровые волны — от 1 до 10 *см*.

В последнее время стали использовать и волны короче 1 *см*; такие волны называются миллиметровыми.

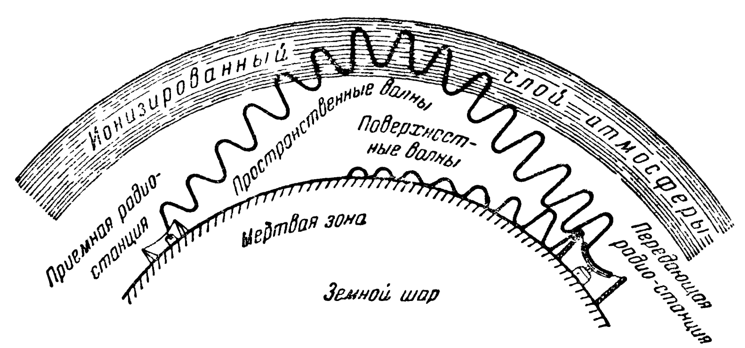
9. РАСПРОСТРАНЕНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ВОЛН

Как бы ни было сильно электромагнитное поле вблизи передающей антенны, вдали от нее это поле будет гораздо слабее; и чем дальше от передающей антенны, тем больше и больше оно будет ослабляться. Происходит это по следующим причинам. Прежде всего при распространении во все стороны от антенны энергия рассеивается в пространстве, так как она распространяется на все бóльшие и бóльшие области, и поэтому, чем дальше от передающей антенны, тем слабее электромагнитное поле в каждой точке. Кроме того, при распространении электромагнитное поле встречает на своем пути различные проводники, в которых оно

вызывает электрические токи. На создание этих токов тратится часть энергии электромагнитного поля, и потому при распространении электромагнитная энергия не только рассеивается, но и поглощается. Так как электромагнитные волны, излучаемые передающими радиостанциями, распространяются над поверхностью земли, в земной атмосфере, то электрические свойства земли и атмосферы играют очень важную роль при распространении электромагнитных волн. Когда электромагнитные волны распространяются над земной поверхностью, они вызывают электрические токи в земле, которая представляет собой не очень хороший, но все же проводник электричества На создание этих токов также затрачивается часть энергии электромагнитных волн и, следовательно, электромагнитные волны ослабляются при распространении над поверхностью земли. Чем меньше сопротивление земли электрическому току, тем меньше поглощение электромагнитных волн в ней. Поэтому, например, электромагнитные волны лучше, с меньшими потерями, распространяются над поверхностью моря (морская вода хорошо проводит электричество), чем над сушей. При распространении радиоволн вдоль земли поглощение электромагнитных волн землей играет гораздо бо́льшую роль, чем их поглощение в атмосфере. Особенно сильно сказывается поглощение землей при распространении коротких волн. Чем короче волна, т. е. чем больше частота электромагнитного поля, тем сильнее электромагнитные волны поглощаются землей.

В случае коротких волн, короче 200 *м*, поглощение электромагнитных волн землей бывает настолько сильно, что передача такими волнами на большие расстояния была бы совершенно невозможной, если бы эти волны так же как и более длинные, распространялись только непосредственно над земной поверхностью. Но короткие волны распространяются не только над самой поверхностью земли, но и высоко над землей — в верхних слоях атмосферы. Земля не поглощает коротких электромагнитных волн, идущих высоко над поверхностью земли, и они при распространении ослабляются в гораздо меньшей степени, чем длинные волны. Поэтому при помощи коротких электромагнитных волн часто удается передавать сигнал на расстояния, во много раз больше тех, которые можно покрыть с помощью длинных волн.

Однако если бы короткие волны, распространяющиеся в верхних слоях атмосферы, совсем не возвращались к поверхности земли, то они не действовали бы на приемные антенны, и радиосвязь на коротких волнах была бы невозможна. Радиосвязь на коротких волнах оказывается возможной потому, что в верхних слоях атмосферы происходит преломление коротких волн и они снова возвращаются на землю (фиг. 13). Преломление коротких волн в верхних слоях атмосферы происходит потому, что эти слои обладают способностью проводить электрический ток в гораздо



Фиг. 13. Поверхностные волны быстро затухают, а пространственные преломляются в верхних слоях атмосферы и возвращаются на землю на больших расстояниях от передатчика.

бóльшей степени, чем нижние слои атмосферы, и поэтому верхние слои атмосферы действуют, грубо говоря, как зеркало, от которого короткие волны отражаются обратно к земле. Большая проводимость верхних слоев атмосферы вызывается рядом причин и, главным образом, влиянием солнца. Под действием излучения солнца молекулы газов, составляющих верхние слои атмосферы, распадаются на части. Вместо нейтральных молекул образуются частицы, несущие положительный или отрицательный заряд (ионы и электроны); процесс их образования носит название ионизации. Чем больше электронов присутствует в атмосфере, т. е. чем сильнее ее ионизация, тем больше электрическая проводимость атмосферы. Условия преломления и отражения коротких волн зависят от степени ионизации верхних слоев атмосферы, лежащих на высоте нескольких десятков и сотен километров над поверхностью земли. Эти слои атмо-

сферы носят название ионосферы. Условия распространения коротких волн зависят от состояния ионосферы, от степени ее ионизации. А степень ионизации ионосферы не остается все время одной и той же. Так как ионизация вызывается солнцем, то днем и ночью, зимой и летом степень ионизации бывает различна. Кроме того, на состояние ионосферы влияет еще ряд причин. Поэтому короткие волны, хотя и распространяются в большинстве случаев на очень большие расстояния, но условия их приема часто меняются; для обеспечения регулярности приема приходится, например, днем и ночью работать волнами разной длины.

Длинные волны распространяются преимущественно над земной поверхностью. Вследствие поглощения энергии землей волны эти распространяются на сравнительно небольшие расстояния (обычно на несколько сотен, иногда тысячи километров), но зато условия распространения их сравнительно мало меняются. Короткие волны распространяются, главным образом, высоко над поверхностью земли и часто на очень большие расстояния. Но зато условия распространения коротких волн часто меняются, и прием их отличается нерегулярностью.

Ультракороткие волны обычно распространяются прямолинейно и не следуют за кривизной земной поверхности. Поэтому они пригодны для связи между двумя пунктами, лежащими в пределах прямой видимости, т. е. когда пункт, где находится передающая станция, не закрыт выпуклостью земного шара от того пункта, где находится приемная станция (правда, нередки случаи связи на ультракоротких волнах между пунктами, находящимися за пределами прямой видимости). Это обстоятельство сильно ограничивает область применения ультракоротких волн, но для связи на близких расстояниях эти волны применяются все шире и шире.

Большое преимущество ультракоротких метровых, а тем более сантиметровых волн, заключается в уменьшении размеров излучающих и принимающих устройств (передающей и приемной антенн). В связи с этим очень облегчается и решение вопроса о направленных передающих и приемных антеннах, т. е. о таких антеннах, которые излучают волны, главным образом, в одном направлении или принимают только волны, приходящие по одному направлению. В случае длинных волн эти направленные антенны должны быть таких огромных размеров, что практически они оказывают-

ся почти неосуществимыми. Даже в случае коротких волн направленные антенны получаются все еще довольно сложными и громоздкими. Только для ультракоротких и сантиметровых волн остронаправленные антенны получаются сравнительно небольших размеров.

Таким образом, применение ультракоротких и сантиметровых волн не только позволяет значительно уменьшить размеры передающих и приемных антенн, но допускает при этих малых размерах применение направленной передачи и приема. Между тем направленная передача значительно увеличивает надежность связи, облегчает решение вопроса об устранении взаимных помех, о секретности передачи и т. д. Все эти преимущества и заставляют радиотехников уделять все больше и больше внимания ультракоротким и сантиметровым волнам.

В заключение этого раздела дадим краткую характеристику всех применяемых в технике диапазонов радиоволн с точки зрения особенностей, присущих каждому диапазону, и применения их для различных целей.

Длинные волны (от 600 до 2 000 *м*) при распространении вдоль поверхности земли затухают очень слабо, а их распространение почти не зависит от времени года и суток. Эти волны легко огибают кривизну поверхности земного шара; на них работают наиболее мощные центральные радиовещательные станции.

Средние волны (от 200 до 600 *м*) при распространении вдоль поверхности земли затухают более сильно, чем длинные волны, вследствие поглощения землей. Ночью и зимой они распространяются на более далекие расстояния, чем днем и летом. Эти волны также огибают кривизну поверхности земного шара. Вследствие худших условий распространения средних волн они применяются для республиканского, краевого и областного радиовещания, где не нужно перекрывать таких больших расстояний, как при центральном радиовещании.

Промежуточные волны (от 100 до 200 *м*) сильно поглощаются землей, характер их распространения сильно зависит от времени суток и года. Иногда на этих волнах оказывается возможным установление связей на очень больших расстояниях, но такие явления очень нерегулярны. Эти радиоволны употребляются, в основном, для внутриобластных радиосвязей при небольших расстояниях.

Короткие волны (от 10 до 100 *м*) очень сильно поглощаются землей. Поэтому короткие волны, распространяющиеся вдоль поверхности земли (поверхностные волны), быстро затухают. Радиоволны, ушедшие в пространство под углом к горизонту и отраженные от ионизированных слоев, возвращаются обратно на землю на расстоянии сотен или тысяч километров от передающей радиостанции. Пространство, расположенное между зоной действия земного луча и зоной действия отраженного луча, называется иногда мертвой зоной, так как в этой зоне радиоприем невозможен.

Короткие волны применяются для мирового радиовещания и для международных связей. На коротких волнах работает также очень много радиолюбительских приемно-передающих радиостанций, устанавливающих между собой связи на очень больших расстояниях при очень малых мощностях своих радиостанций.

Ультракороткие волны (от 1 до 10 *м*) распространяются прямолинейно, почти не огибая кривизну поверхности земного шара и различные препятствия (горы, здания и пр.) и не отражаясь от верхних ионизированных слоев атмосферы, как короткие волны. Однако в некоторых случаях отмечены нерегулярные случаи распространения этих волн за пределами прямой видимости.

В силу особенностей распространения ультракоротких волн они употребляются для внутригородского радиовещания и для телевизионных передач. В связи с возможностью излучать ультракороткие волны в виде узконаправленного луча их применяют также для так называемых радиорелейных линий связи. Вдоль трассы такой линии связи устанавливаются высокие мачты с направленными антеннами на таком расстоянии друг от друга, что прямая линия, проведенная между верхушками мачт, не касается наземных предметов. Возле каждой мачты устанавливается приемно-передающая ультракоротковолновая станция, производящая прием, усиление и автоматическую передачу радиосигналов дальше к следующему приемно-передающему пункту. Таким образом, связь между конечными пунктами радиорелейной линии осуществляется не непосредственно, а через посредство ряда промежуточных пунктов.

Дециметровые и сантиметровые волны (от 1 *см* до 1 *м*) распространяются также прямолинейно, но при определенных атмосферных условиях (при резких перепадах влажно-

сти или температуры в нижних слоях атмосферы) их путь искривляется вверх или вниз (вдоль поверхности земного шара). В последнем случае на этих волнах становится возможной и радиосвязь на большие расстояния. Ультракороткие, дециметровые и сантиметровые радиоволны применяются в радиолокации и в радионавигации.

ГЛАВА ТРЕТЬЯ

КАК ПРОИСХОДИТ РАДИОПРИЕМ

10. ПРИЕМ РАДИОВОЛН

Электромагнитное поле действует на все проводники, мимо которых оно проходит, и вызывает в них появление электрического тока. Частота и вообще характер этого тока в проводе будут точно такие же, как частота и характер изменений того электромагнитного поля, которое этот ток вызывает. Но само электромагнитное поле создано током в передающей антенне и оно в свою очередь по своему характеру в точности соответствует тому току, который проходит в передающей антенне. Таким образом, если в какой-либо передающей антенне протекает высокочастотный ток, то во всех проводах, которых достигает электромагнитное поле, созданное этой антенной, также возникает высокочастотный электрический ток; при этом ток в этих проводах будет гораздо слабее тока в передающей антенне, но по своему характеру он будет в точности соответствовать этому току. Электромагнитные волны, распространяясь во все стороны, возбуждают электрические колебания во всех проводах, лежащих на их пути, и для того чтобы «уловить» волны, идущие от передающей станции, нужно на пути распространения этих волн поставить проводник достаточно больших размеров. Такие проводники, служащие специально для «улавливания» электромагнитных волн, идущих от передающей антенны, носят название приемных антенн. Роль приемной антенны в общем противоположна роли передающей антенны. В то время как передающая антенна служит для превращения электрических колебаний в электромагнитные волны, приемная антенна служит, наоборот, для превращения электромагнитных волн в электрические колебания. Антенну передающей станции питают высокочастотным электрическим током, и тогда во всех проводах

(приемных антеннах), которых достигает электромагнитное поле, созданное этой передающей антенной, возникают точно такие же высокочастотные электрические токи. Токи эти, конечно, гораздо слабее того тока, которым питается передающая антенна, но по своему характеру в точности с ним совпадают и следуют за всеми теми изменениями, которые происходят с током в передающей антенне. И если изменения тока в передающей антенне будут соответствовать каким-либо определенным сигналам, то точно те же сигналы будут повторены теми токами, которые возникают в приемных антеннах. Таким образом и осуществляется радиопередача, т. е. передача сигналов без проводов.

Чтобы эти сигналы были возможно более сильными, нужно, чтобы высокочастотные токи, возникающие в приемной антенне, также были возможно более сильными. Следовательно, приемную антенну следует устраивать так, чтобы приходящее электромагнитное поле возбуждало в приемной антенне возможно более сильные колебания. Какими же свойствами должна для этого обладать приемная антенна? Прежде всего приемная антенна должна быть устроена так, чтобы приходящее электромагнитное поле действовало на антенну возможно сильнее. Оказывается, что между свойствами передающей антенны и приемной антенны существует весьма тесная связь. Та антенна, которая создает наиболее сильное электромагнитное поле, вместе с тем является и наиболее чувствительной к воздействию приходящего электромагнитного поля. Поэтому, так же как и передающая антенна, приемная антенна должна иметь достаточно длинную вертикальную часть, т. е. должна быть достаточно высокой. Горизонтальная часть играет в приемной антенне, так же как и в передающей, второстепенную роль и размеры горизонтальной части приемной антенны не имеют существенного значения. Однако по соображениям, которые будут изложены ниже, не следует делать горизонтальную часть антенны слишком длинной. Помимо размеров антенны, существенную роль играют и ее электрические качества. Именно для того чтобы вынужденные колебания, создаваемые в приемной антенне приходящими электромагнитными волнами, были возможно более сильными, нужно, прежде всего, чтобы приемная антенна была настроена в резонанс с приходящими волнами; другими словами, частота собственных колебаний приемной антенны должна совпадать с частотой приходящего

электромагнитного поля, т. е. с частотой электрических колебаний в передающей антенне. Достигается это путем настройки приемной антенны (о способах настройки приемной антенны на частоту передающей станции мы будем подробнее говорить ниже). Если приемная антенна будет настроена в резонанс с приходящими колебаниями, то амплитуда вынужденных колебаний будет наибольшей; но эта амплитуда зависит еще и от сопротивления приемной антенны. Поэтому другое условие, необходимое для того, чтобы токи в приемной антенне были достаточно сильны, — это малое сопротивление потерь антенны. Эти свойства антенны: большая высота, возможность настройки в резонанс и малое сопротивление потерь — главным образом и определяют качества приемной антенны.

На практике часто применяют антенны с заземлением. Земля представляет собой как бы вторую половину антенны и, следовательно, малым сопротивлением должна обладать не только сама антенна, но и заземление. А для этого соединение (контакт) между землей и заземляющим проводом должно быть возможно более надежным.

На более коротких волнах заземление обычно заменяют противовесом. Противовес представляет собой сеть проводов, натянутых над самой землей, но изолированных от земли; он представляет собой как бы искусственное заземление и, так же как и обычное заземление, заменяет нижнюю половину антенны. Устройство противовеса сложнее, чем устройство простого заземления, но противовес приходится применять тогда, когда заземление нельзя сделать хорошим (с малым сопротивлением).

11. НАСТРОЙКА ПРИЕМНИКА

Как уже было сказано выше, во всякой приемной антенне происходят вынужденные колебания, которые возникают в ней под действием электромагнитных волн всякой передающей радиостанции, достигших приемной антенны. Если мы хотим, чтобы работа какой-либо из этих станций вызывала достаточно сильные колебания в приемной антенне (чем сильнее эти колебания, тем громче слышна принимаемая станция), то мы должны прежде всего позаботиться о том, чтобы создать наивыгоднейшие условия для возникновения в приемной антенне вынужденных колебаний, вызываемых этой станцией. Чтобы вынужденные колебания

в приемной антенне имели наибольшую амплитуду, нужно сделать так, чтобы антенна была настроена на ту же частоту, на которой работает принимаемая радиостанция. Тогда будет иметь место явление резонанса, и вынужденные колебания будут наиболее сильными.

Однако различные станции создают колебания различной частоты, и чтобы иметь возможность принимать любую станцию, нужно иметь возможность настроить антенну на частоту любой из этих передающих радиостанций. При этом чем точнее настроен приемник на частоту передающей станции и чем меньше сопротивление потерь, тем больше амплитуда вызванных этой станцией вынужденных колебаний. Настройка эта производится присоединением к антенне емкости и индуктивности нужной величины, и эти емкость и индуктивность вместе с антенной образуют колебательный контур. В простейших приемниках этот колебательный контур является единственным, и вся настройка на нужную станцию сводится к настройке только этого приемного контура. Приемный контур должен обеспечить настройку на любую из частот, лежащих в определенных пределах. Тот участок частот, в пределах которого мы можем изменять настройку приемного контура, называется диапазоном приемника; радиовещательный приемник обычно имеет диапазон частот от 150 000 до 1 500 000 *гц* (т. е. диапазон волн от 2 000 до 200 *м*).

В более сложных приемниках, помимо этого диапазона, устраивается еще коротковолновый диапазон, предназначенный для приема радиовещательных станций, работающих на коротких волнах (так называемые всеволновые приемники).

Чтобы принять какую-либо радиостанцию, нужно приемный контур настроить на ту частоту, на которой эта станция работает. Эту операцию выполняет всякий радиолюбитель, когда он, вращая ручку приемника, «ловит» какую-либо станцию. При вращении ручек изменяется величина емкости или индуктивности, входящих в приемный контур, и вместе с тем изменяется и частота собственных колебаний этого контура. Когда частота собственных колебаний приемного контура совпадает с частотой принимаемой станции, наступает резонанс, и именно в этом положении амплитуда вынужденных колебаний получается наибольшей, и принимаемая станция слышна наиболее громко. Таким способом из всех работающих станций, которые на нашем приемнике

могут быть слышны, мы имеем возможность выбрать ту, которую мы хотим слушать. Однако, хотя обычно различные станции работают разными частотами, на практике не всегда удается сделать так, чтобы была слышна только нужная нам станция, а все другие вовсе не были слышны. К этому вопросу мы вернемся позднее.

Теперь читателю должно быть ясно, почему приемник снабжается рукоятками. Эти рукоятки служат для настройки приемника в резонанс с теми колебаниями, которые создает передающая радиостанция. Если бы приемник не имел рукояток, то он был бы настроен на одну определенную частоту колебаний и мог бы принимать только ту станцию, которая работает этой именно частотой. Такие приемники иногда делаются; они называются приемниками с фиксированной настройкой, но они, конечно, очень неудобны, так как позволяют слушать только одну станцию; поэтому их употребляют очень редко. С другой стороны, если бы все станции работали одной частотой (одной длиной волны), то это было бы еще более неудобным, так как не было бы никакой возможности отделить одну станцию от другой и принимать из них только нужную. Все станции были бы слышны одновременно и мешали бы друг другу. Поэтому приходится усложнять устройство приемника. Приходится делать так, чтобы разные передатчики работали разными волнами, а приемники делать с настройкой, которая позволяет принимать не одну определенную, а любую станцию, работающую в определенном диапазоне. Так как разные станции работают разными волнами, разбросанными по всему диапазону, то чтобы можно было принимать любую из этих станций, нужно иметь возможность настраивать приемник на любую частоту (любую длину волны) в пределах этого диапазона. Другими словами, необходимо иметь приемник, который при настройке изменял бы свою частоту непрерывно. Если бы настройка приемника изменялась не непрерывно, то в диапазоне приемника были бы участки, на которых нельзя получить настройку (так называемые «провалы» в диапазоне), и станции, работающие в этом участке диапазона, нельзя было бы принимать.

Для непрерывной настройки приемника служат переменные емкости и индуктивности, т. е. емкости и индуктивности, величину которых можно изменять в определенных пределах. Настройка приемника будет изменяться плавно и непрерывно только в том случае, если изменение индук

тивности или емкости контура при его настройке также будет происходить плавно и непрерывно. Поэтому во всяком приемнике с плавной настройкой устраивается или непрерывно меняющаяся емкость, или непрерывно меняющаяся индуктивность. В качестве непрерывно изменяющейся емкости пользуются конденсаторами переменной емкости; иногда для непрерывной настройки применяют так называемый вариометр — плавно меняющуюся индуктивность.

Кроме непрерывности настройки от приемника требуется также, чтобы он перекрывал большой диапазон; для этого изменение емкости или индуктивности в приемном контуре должно быть настолько велико, чтобы настройка приемного контура изменялась в нужных пределах. Между тем, емкость обычного конденсатора переменной емкости или индуктивность обычного вариометра меняются только в определенных и не слишком широких пределах, не более чем в 10—15 раз. В этих пределах изменяется емкость самого конденсатора или индуктивность самого вариометра; между тем, в каждом приемном контуре, помимо конденсатора переменной емкости, присутствуют и другие емкости. Вследствие этого пределы изменения емкости контура будут всегда меньше, чем пределы изменения емкости самого конденсатора. Точно так же вследствие того, что во всяком контуре с вариометром присутствуют и некоторые добавочные индуктивности, пределы изменения индуктивности контура будут всегда меньше, чем пределы изменения индуктивности самого вариометра. Мы вернемся еще раз к этому вопросу и тогда поясним его соответствующими количественными примерами, пока же примем во внимание, что в силу указанных причин редко удается получить плавное изменение емкости контура (при помощи конденсатора переменной емкости) или плавное изменение индуктивности контура (при помощи вариометра) более чем в шесть-девять раз.

Период собственных колебаний в контуре пропорционален корню квадратному из произведения емкости и индуктивности. Это означает, что при изменении индуктивности или емкости в шесть или девять раз период собственных колебаний в контуре изменится соответственно только в 2,5 (приблизительно) или три раза; во столько же раз изменится и длина волны, на которую настроен приемный контур. Таким образом, один конденсатор переменной емкости или один вариометр обеспечивают плавное изменение вол-

ны только в 2,5, в лучшем случае в три раза, т е. могут дать настройку приемника на любую волну в пределах, например, от 200 до 600 *м* или от 600 до 1 800 *м*. Поэтому, чтобы получить настройку в более широком диапазоне, приходится, кроме вариометра или конденсатора переменной емкости, пользоваться еще добавочными емкостями или индуктивностями. Сами по себе эти добавочные емкости и индуктивности не должны давать плавного изменения волны, но вместе с конденсатором или вариометром они должны давать плавную и непрерывную настройку.

12. ДЕТЕКТИРОВАНИЕ

В приемной антенне, как уже говорилось, получаются точно такие же модулированные колебания, как и в антенне передающей станции, но, конечно. с меньшей амплитудой. Дальнейшая судьба этих модулированных колебаний будет такая же, как и судьба «узора», вышитого на канве. После того как узор вышит, канву выдергивают из-под него, так как она больше не нужна. В модулированных колебаниях выделяют из этих колебаний звуковой «узор», «выдергивая из-под него» электрические колебания высокой частоты, которые больше не нужны, так как свою задачу они выполнили — перенесли колебания звуковой частоты на приемную станцию. Освобожденный от «канвы» колебаний высокой частоты звуковой «узор», действуя на телефон, заставляет мембрану его колебаться и воспроизводить в точности те звуки, которые действовали на микрофон передатчика.

Задачу отделения «канвы» от «узора», т. е. разделения колебаний высокой и низкой частоты, выполняет детектор, а операция, при которой из модулированных колебаний высокой частоты выделяются составные части: колебания высокой частоты и колебания звуковой частоты, называется детектированием. Следовательно, детектирование является процессом, как раз обратным модуляции. При модуляции на колебания высокой частоты накладывается «узор» колебаний звуковой частоты, а при детектировании из модулированных колебаний при помощи детектора выделяются колебания звуковой частоты.

Прежде всего мы установим, какими свойствами должен обладать детектор, чтобы выполнять свою роль, т. е. детектировать модулированные колебания.

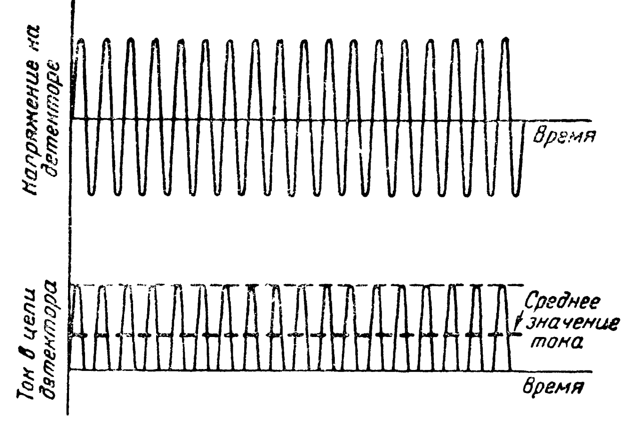
До тех пор, пока мы пропускаем модулированные колебания через какой-нибудь проводник, сопротивление которого всегда остается постоянным, т. е. не зависит от силы проходящего по проводнику тока или от величины подводимого к проводнику напряжения, форма модулированных колебаний будет оставаться неизменной. В зависимости от величины сопротивления амплитуда этих колебаний может быть больше или меньше, но никаких изменений в их форме не произойдет. Между тем, задача детектирования — изменить форму модулированных колебаний таким образом, чтобы можно было выделить из колебаний высокой частоты колебания звуковой частоты. Нарушить форму колебаний можно, пропуская эти колебания через такой проводник, сопротивление которого не постоянно и зависит от направления и величины приложенного напряжения. Такой проводник называется односторонним проводником. Пропущенные сквозь такой проводник модулированные высокочастотные колебания исказятся, и в результате этих искажений удастся выделить порознь колебания низкой и высокой частоты. Следующая задача будет заключаться в том, чтобы эти разделившиеся колебания отделить друг от друга и использовать колебания низкой частоты, действующие на мембрану телефона. Как выполняется эта последняя задача, мы расскажем при рассмотрении процессов приема, а сейчас ограничимся рассмотрением вопроса о том, какой характер должны иметь те искажения, которые приводят к разделению колебаний высокой и низкой частоты.

Не всякие искажения, вносимые проводником, сопротивление которого зависит от направления и величины подводимых напряжений, в одинаковой степени помогают выделению колебаний низкой частоты. Чтобы такое выделение произошло, необходимо, чтобы проводник обладал вполне определенным свойством — он должен оказывать разное сопротивление электрическим токам, проходящим в разных направлениях. В таком проводнике под действием приходящих колебаний будут в разных направлениях проходить токи разной силы. В самом деле, те же самые напряжения будут вызывать более сильный ток в том направлении, в котором проводник обладает меньшим сопротивлением. Поэтому за один период колебаний высокой частоты среднее значение силы тока в проводнике уже не будет равно нулю (если бы проводник обладал одинаковым сопротивлением в обе стороны, то сила тока в обоих направлениях

была бы одинакова, и за период среднее значение силы тока было бы равно нулю). Кроме токов высокой частоты, приходящие колебания создадут в одностороннем проводнике некоторый ток, идущий все время в одном направлении (это и есть среднее значение тока) — в том, в котором проводник обладает меньшим сопротивлением. Пока амплитуда приходящих колебаний постоянна, этот ток, идущий в одном направлении, будет иметь также постоянную величину. Если же амплитуда приходящих колебаний изменяется, то изменяется соответствующим образом и сила тока, идущего в одном направлении (т. е. будет изменяться среднее значение тока). В результате, кроме токов высокой частоты, в цепи возникает еще ток постоянного направления сила которого изменяется так же, как изменяется амплитуда приходящих колебаний. Этот ток, следовательно, воспроизводит те низкочастотные колебания, которые воздействовали на передатчик и модулировали токи высокой частоты. Таким образом, в проводнике, обладающем неодинаковым сопротивлением в обе стороны, под действием модулированных колебаний возникают не только токи высокой частоты, но и токи низкой частоты, соответствующие колебаниям в цепи микрофона передатчика. Появление токов низкой частоты обусловлено именно этим особым свойством проводника — его неодинаковым сопротивлением в разных направлениях. И чем сильнее различается сопротивление проводника в двух направлениях, тем лучше он детектирует.

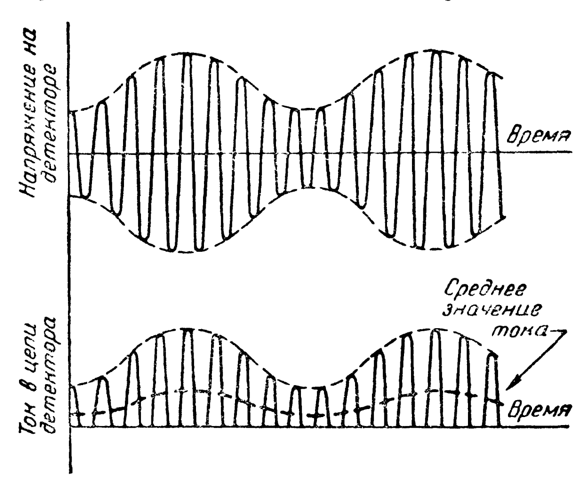
Чтобы пояснить процесс детектирования и показать, почему именно неодинаковое сопротивление проводника в двух направлениях делает его детектором, рассмотрим идеальный случай, когда проводник в одном направлении обладает небольшим сопротивлением, а в другом вовсе не пропускает тока (т. е. его сопротивление в этом направлении бесконечно велико). В таком случае детектор будет пропускать только одну половину каждого колебания, например верхнюю (фиг. 14).

Пока подаваемые на детектор колебания не модулированы, все пропущенные детектором импульсы будут иметь одну и ту же высоту. Это значит, что среднее значение силы тока, проходящего через детектор, будет все время оставаться неизменным. Следовательно, импульсы неизменной высоты можно рассматривать как некоторый постоянный ток и наложенные на него колебания высокой частоты.



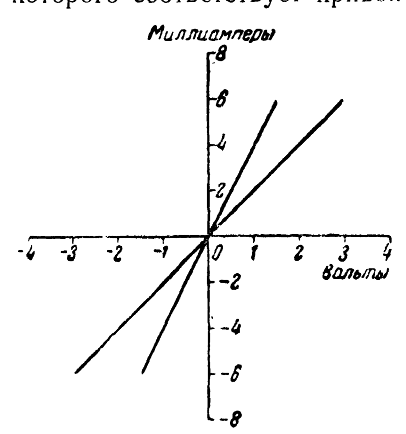
Фиг. 14. Детектор пропускает ток только в течение половины каждого периода.

Если же подаваемые на детектор колебания — модулированные (фиг. 15), то высота импульсов будет изменяться в соответствии с амплитудой модулированных колебаний. Поэтому и среднее значение силы тока, проходящего через



Фиг. 15. Среднее значение тока через детектор изменяется в такт с изменением амплитуды модулированных колебаний.

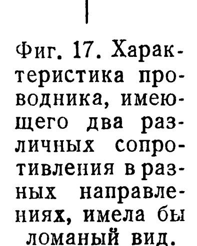
детектор, будет изменяться в соответствии с амплитудой модулированных колебаний. Следовательно, импульсы, полученные в результате детектирования модулированных колебаний, представляют собой ток, идущий в одном направлении, но медленно изменяющийся по величине, в соответствии с модуляцией. А это и значит, что проводник, пропускающий ток только в одном направлении, выделяет из модулированных колебаний ток низкой частоты, форма которого соответствует кривой модуляции, т. е. детектирует колебания. Из этого рассмотрения ясно, что эффект детектирования обусловлен именно неодинаковой проводимостью детектора в двух направлениях. И если в другом направлении он тоже пропускает ток, но его сопротивление в двух направлениях различно, то вся картина будет несколько сложнее, но принципиально она будет такой же, как в рассмотренном идеальном случае. Всякий проводник с неодинаковым сопротивлением в двух направлениях будет детектировать модулированные колебания и тем лучше, чем больше разница в сопротивлении в двух направлениях.



Фиг. 16. Свойства активного сопротивления изображаются прямой линией.

Свойства всякого проводника можно графически изобразить следующим образом. Если по горизонтальной оси откладывать величину напряжения, подводимого к проводнику, а по вертикальной оси — соответствующую этому напряжению силу тока, то каждая точка на нашем графике будет соответствовать определенному режиму в цепи. В тех случаях, когда проводник обладает постоянным сопротивлением, не зависящим от направления и величины подведенных напряжений, мы получим, очевидно, ряд точек, лежащих на одной прямой линии (фиг. 16). Эта линия получится прямой потому, что сила тока в проводнике будет пропорциональна напряжению, к нему подведенному. Если, например, мы увеличим подведенное напряжение в два

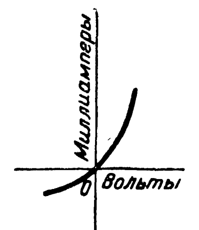
раза, то и сила тока в проводнике увеличится в два раза. Точно так же при изменении напряжения, подведенного к проводнику, на обратное, например при напряжении — 1 *в* вместо напряжения +1 *в*, сила тока получит обратное направление, но ту же самую величину. Если мы условимся в одном направлении от нуля откладывать напряжения и силы токов, направленные в одну сторону, а в другом направлении — напряжения и силы токов, направленные в другую сторону, то мы и получим одну из прямых линий, изображенных на фиг. 16. ясно, что эта прямая будет подниматься тем круче, чем меньше сопротивление проводника, так как одним и тем же напряжениям будут в случае меньших сопротивлений соответствовать бóльшие силы токов. Таким образом, свойства обычного проводника могут быть изображены прямой линией, наклон которой будет указывать величину сопротивления этого проводника: чем больше сопротивление проводника, тем больше наклон прямой, тем более полого проходит эта прямая. Линия, изображающая графически зависимость между напряжением и силой тока для какого-либо проводника, называется характеристикой этого проводника, и следовательно, характеристикой проводника является прямая линия. Обе прямые на фиг. 16 являются характеристиками обычных проводников, но имеющих разное сопротивление.



Фиг. 17. Характеристика проводника, имеющего два различных сопротивления в разных направлениях, имела бы ломаный вид.

Совершенно другую характеристику мы получим в случае проводников, обладающих различным сопротивлением в двух направлениях. Очевидно, что если проводник обладает сопротивлением, различным в обе стороны, то характеристика проводника уже не будет прямой линией. Если бы сопротивление какого-либо проводника оставалось в одном направлении постоянным при всяких напряжениях и изменялось бы только при изменении знака напряжения, то характеристика такого проводника имела бы вид ломаной линии (фиг. 17). В проводнике, обладающем разным сопротивлением в двух направлениях, обычно сопротивление зависит не только от направления, но и от величины приложенного напряжения. В таком случае характеристика проводника имеет вид кривой линии, причем в том направлении,

в котором проводник обладает меньшим сопротивлением, линия будет подниматься круче, а в обратном направлении, в котором сопротивление проводника больше, она будет опускаться более полого. Пример такой характеристики приведен на фиг. 18. Очевидно, что при положительных напряжениях проводник, характеристика которого приведена на фиг. 18, обладает меньшим сопротивлением, чем при отрицательных.



Фиг. 18. Характеристика проводника, сопротивление которого зависит не только от направления тока, но и от величины напряжения, имеет вид кривой линии.

Основное отличие характеристики одностороннего проводника (фиг. 18) от характеристики обычного (фиг. 16) заключается в том, что характеристика первого проходит по разному по обе стороны от горизонтальной оси: она несимметрична относительно начальной точки, в то время как характеристика обычного проводника симметрична относительно начальной точки. Это основное свойство характеристик, приведенных на фиг. 18, позволяет применять обладающий такой характеристикой проводник в качестве детектора. Как мы уже говорили, чем больше разница в сопротивлениях проводника в различных направлениях, тем лучше он детектирует. Таким образом, взглянув на характеристику какого-либо одностороннего проводника, мы можем сразу сказать, будет ли он служить хорошим или плохим детектором; и если мы хотим получить хороший детектор, то мы должны стремиться к тому, чтобы его характеристика была возможно более несимметричной.

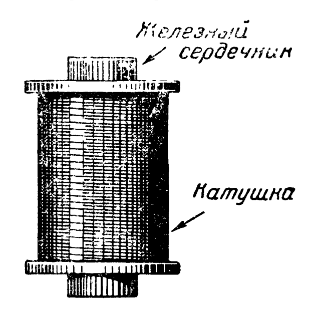
13. ПРЕОБРАЗОВАНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ КОЛЕБАНИЙ В ЗВУКОВЫЕ

После того как электрические колебания переданы на приемную станцию, их нужно снова преобразовать в механические колебания, и тогда мы на приемной станции услышим как раз те звуки, которые действовали на микрофон передающей станции. Эту задачу — превращение электрических колебаний в механические — выполняет телефон.

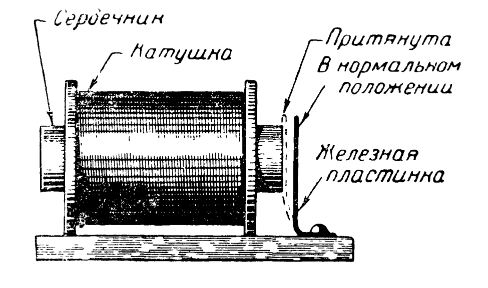
Как же должен быть устроен телефон, чтобы он мог выполнить эту задачу? Во-первых, в телефоне должен быть какой-то элемент, который может совершать механические колебания, а, во-вторых, электрическое устройство, которое могло бы вызвать эти механические колебания. Чтобы рас-

смотреть более подробно устройство телефона, нужно вспомнить некоторые сведения о магнитных явлениях.

Прежде всего напомним, что если по проводнику пропустить переменный электрический ток, то магнитное поле вокруг проводника будет также переменным, причем это магнитное поле изменяется так же, как изменяется величина электрического тока в проводнике. Далее, чтобы при помощи электрического тока создать сильное магнитное поле, применяют проводники, свернутые в виде катушки. Если внутри катушки поместить стальной сердечник (фиг. 19), то



Фиг. 19. Стальной сердечник усиливает магнитное поле катушки.



Фиг. 20. Электромагнит притягивает стальную пластинку только тогда, когда по виткам его катушки проходит постоянный ток.

магнитное поле, создаваемое током, проходящим в катушке, еще больше усилится. Такие приборы называются «электромагнитами», и применяются они в технике очень часто.

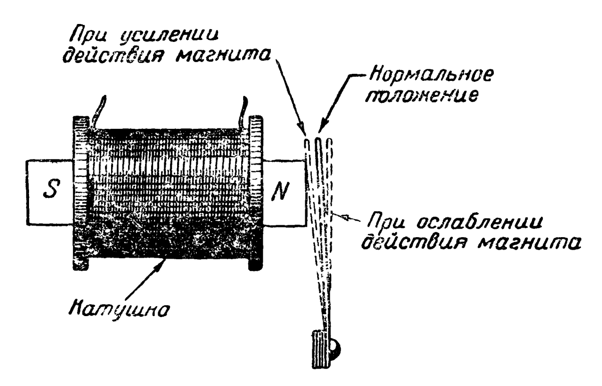
Теперь представим себе такой электромагнит и возле него тонкую стальную пластинку, закрепленную одним концом (фиг. 20). Если через катушку пропустить постоянный электрический ток, то сердечник, намагниченный этим током, притянет к себе стальную пластинку, и чем сильнее этот ток, тем ближе притянется пластинка к сердечнику. Пока ток постоянной силы проходит по катушке электромагнита, до тех пор пластинка все время будет оставаться в одном и том же положении — притянутой к сердечнику электромагнита. Если выключить ток, проходящий по катушке электромагнита, то магнитное поле катушки исчезнет, и пластинка вернется в нормальное положение.

Но что будет происходить с пластинкой, если по катушке электромагнита пропускать не постоянный, а переменный электрический ток? Магнитное поле, создаваемое током,

будет изменяться так же, как изменяется сила тока, проходящего по катушке. Когда сила тока будет возрастать, магнитное поле тока также будет увеличиваться, и пластинка будет все больше и больше притягиваьcя к сердечнику. Затем, когда сила тока начнет уменьшаться, с ней вместе будет уменьшаться и магнитное поле, и пластинка понемногу начнет удаляться от сердечника. Дальше сила тока опять начнет возрастать, пластинка опять будет приближаться к электромагниту, словом, пластинка начнет колебаться, и в этих своих колебаниях она будет следовать за изменениями силы тока в катушке. Механические колебания пластинки будут соответствовать электрическим колебаниям, проходящим через катушку электромагнита. Таким образом, при помощи электромагнита можно превратить электрические колебания в механические. Однако, телефон должен превращать электрические колебания в механические (звуковые), так чтобы частота и форма этих колебаний соответствовали частоте и форме электрических колебаний. Только при этом условии звук, воспроизведенный телефоном, будет соответствовать тем электрическим токам, которые питают катушку телефона. Описанный же нами выше электромагнит этих условий, как мы сейчас увидим, не выполнит. За то время, в течение которого через обмотку телефона проходит один период переменного электрического тока, пластинка совершит два полных колебания. В самом деле, при возрастании тока в положительную сторону (первый полупериод) пластинка притянется к сердечнику электромагнита, затем при убывании тока до нуля пластинка вернется в первоначальное положение, так как при отсутствии тока в обмотке электромагнита сердечник своих магнитных свойств лишится; дальше, при возрастании тока в обратном направлении (во второй полупериод) пластинка повторит точно то же движение, которое она совершила в течение первого полупериода. Происходит это потому, что стальная пластинка притягивается к сердечнику всякий раз, когда он намагничивается, независимо от того, каково будет направление магнитного поля, так как сталь притягивается одинаково и к северному и к южному полюсу магнита. Следовательно, такой электромагнит заставит пластинку совершать механические колебания со вдвое бо́льшей частотой, чем частота электрического тока, проходящего по его обмотке. Телефон с таким устройством будет создавать звуки не того тона,

который соответствует электрическим токам, подводимым к телефону, а тона вдвое более, высокого.

Это затруднение, однако, совершенно устраняется, если для сердечника электромагнита применить намагниченный стальной стержень (постоянный магнит). Такой электромагнит, сердечник которого является постоянным магнитом, носит название поляризованного электромагнита. В случае отсутствия тока в катушке поляризованный электромагнит все же обладает магнитными свойствами (в этом и заключается его отличие от обычного электромагнита) и притягивает пластинку; поэтому ее нормальное положение будет смещено в сторону сердечника (фиг. 21). Если через обмотку поляризованного электромагнита пропустить переменный ток, то за один период тока пластинка совершит тоже только одно полное колебание.



Фиг. 21. Если питать катушку поляризованного электромагнита переменным током, то пластинка будет колеоаться с частотой тока.

Действительно, пусть первый полупериод тока усиливает магнитное действие сердечника, тогда во второй полупериод ток идет в обратном направлении и ослабляет магнитное действие сердечника. В результате пластинка в течение одного периода совершит следующие движения: сперва приблизится к магниту, потом вернется в нормальное положение (нормальным в этом случае является положение, при котором пластинка слегка притянута к магниту) затем удалится от магнита и, наконец, снова вернется в первоначальное положение. Словом, пластинка совершит также одно полное колебание и, следовательно, частота колебаний

пластинки будет такая же, как и частота электрических колебаний в цепи телефона, а это как раз и необходимо, для того чтобы телефон воспроизводил звуки нужной высоты и не искажал их тона. Именно поэтому в телефоне применяется не обычный электромагнит с сердечником, а специальный поляризованный электромагнит с сильно намагниченным стальным сердечником. Сердечник должен быть намагничен сильно, во-первых, потому что все наше рассуждение правильно только при условии, что магнитное поле постоянного магнита сильнее, чем переменное поле, создаваемое переменным током, проходящим по обмотке телефона. Кроме того, сила с которой будет меняющееся по величине (но постоянное по направлению) результирующее магнитное поле действовать на пластинку, зависит не только от амплитуды переменного магнитного поля, но и от величины постоянного магнитного поля. Чем сильнее это постоянное поле, тем сильнее будет колебаться пластинка при той же амплитуде переменного тока. Поэтому, когда сердечник (т. е. постоянный магнит) телефона размагничивается, телефон начинает плохо работать, и чтобы улучшить работу телефона, надо снова намагнитить сердечник.



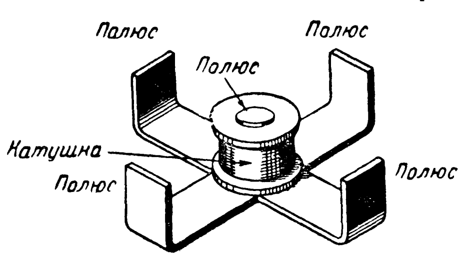
Фиг. 22. В телефоне зазор между полюсами электромагнита и мембраной очень мал.

Применяемые на практике телефоны отличаются от устройства, изображенного на фиг. 21. Прежде всего сердечник в электромагните телефона обычно не имеет формы прямого стержня. Дело в том, что силу магнитного поля, создаваемого электромагнитом, можно увеличить, если уменьшить длину воздушного промежутка между стальной пластинкой и полюсами электромагнита. Для этого в электромагнитах телефонов сердечнику обычно придают форму, указанную на фиг. 22.

Форма сердечника иногда бывает еще более сложной. Кроме полюса, на который насажена катушка, в некоторых телефонах делаются не два полюса (как на фиг. 22), а четыре (фиг. 23). Стальная пластинка всегда располагается над всеми полюсами, как указано на фиг. 22. Наконец, часто в телефонах употребляют электромагниты не с одной, а с двумя катушками и соединяют эти катушки между со-

бой так, чтобы они одновременно усиливали или ослабляли действие постоянного магнита, т. е. чтобы обе катушки при прохождении через них тока создавали магнитное поле одного и того же направления. Колеблющаяся пластинка в телефонах делается круглой формы и больших размеров, так как при больших размерах пластинка создает более сильные колебания воздуха и, следовательно, более громкие звуки. Эта стальная пластинка называется мембраной телефона.

Итак, телефон состоит из электромагнита и мембраны. Когда через обмотку электромагнита пропускаются электрические колебания, мембрана совершает соответствующие механические колебания и создает звуки.



Фиг. 23. Телефон с пятью полюсами.

Телефон представляет собой весьма чувствительный прибор. Мембрана его начинает колебаться при очень слабых токах, проходящих в обмотках электромагнита. Но зато телефон не пригоден для создания сколько-нибудь громких звуков. Вся конструкция телефона приспособлена для того, чтобы он отзывался на очень слабые токи, а не для того, чтобы он создавал громкие звуки. Поэтому обычно услышать звуки создаваемые телефоном, можно только приложив телефон к уху. Если же мы хотим получить громкие звуки, которые были бы слышны во всех концах комнаты, то телефон для этого непригоден. Для громкоговорящего приема пользуются специальными приборами — громкоговорителями.

Существует много различных типов громкоговорителей. Многие из них построены по тому же принципу, что и телефон. В этих громкоговорителях либо мембрана сделана больших размеров, либо вместо мембраны электромагниты приводят в движение стальной якорек (а не мембрану), а к якорю прикреплена большая бумажная мембрана — так называемый диффузор.

Помимо таких электромагнитных громкоговорителей, существуют и другие типы. Среди них наибольшее распространение имеет так называемый электродинамический

громкоговоритель, который устроен следующим образом. В магнитном поле сильных электромагнитов (или постоянных магнитов) помещена легкая катушка, питаемая токами звуковой частоты. Эти токи взаимодействуют с постоянным магнитным полем, в котором помещена катушка, и заставляют катушку колебаться; к катушке прикреплен бумажный диффузор. Для приведения в действие громкоговорителя, независимо от его конструкции, требуются гораздо бо́льшие силы токов и бо́льшие мощности, чем для приведения в движение мембраны телефона. Поэтому громкоговорители можно применять только тогда, когда питающие их электрические колебания достаточно мощны.

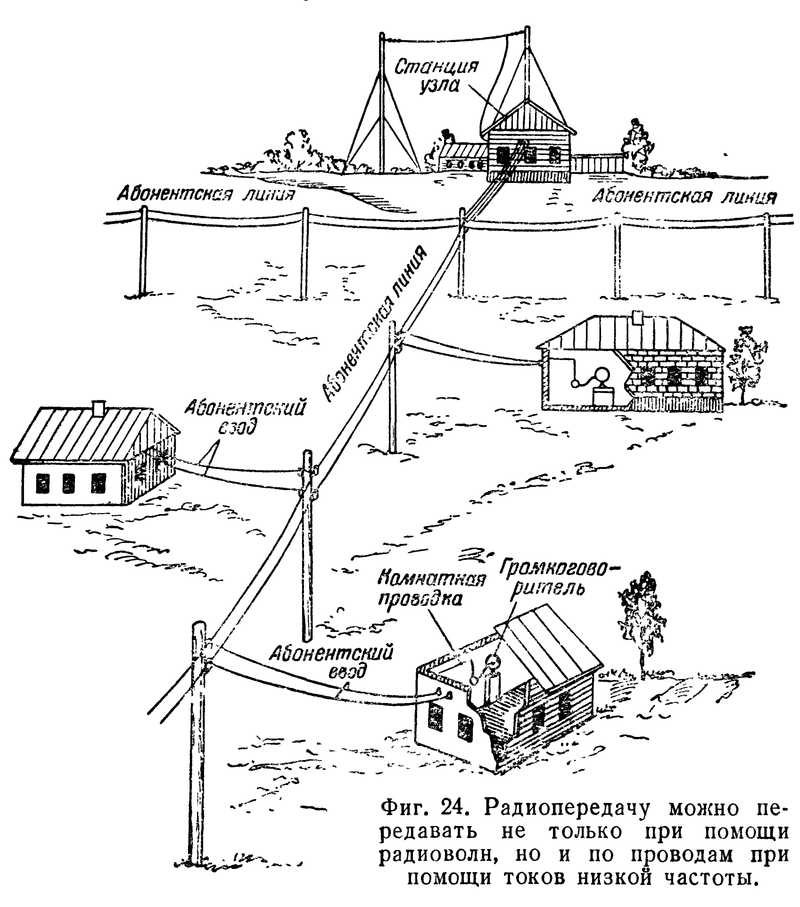
14. РАДИОТРАНСЛЯЦИЯ

В предыдущей главе мы проследили, как на передающей радиостанции звуки превращаются сначала в электрические колебания низкой частоты, как они затем «записываются» на электрических колебаниях высокой частоты, как высокочастотные колебания с «записанным» на них звуком излучаются в виде радиоволн в пространство и как радиоволны разносят звуки во всех направлениях на сотни и тысячи километров. В этой главе мы рассмотрели, как радиоволны возбуждают в приемной антенне токи высокой частоты, как эти токи в радиоприемнике превращаются в токи низкой частоты и как последние превращаются в звуки, являющиеся точной копией звуков, воспроизведенных перед микрофоном передающей радиостанции.

Но способ эфирного радиовещания не является единственным способом передачи звуков на большие расстояния одновременно многим слушателям. Во многих случаях оказывается более удобным и экономичным радиовещание не при помощи радиоволн, а без них — по проводам.

При проводном радиовещании у слушателей устанавливаются только громкоговорители, присоединенные к сети проводного вещания так, как присоединяются к осветительной сети лампочки электрического освещения. Передача звуков абонентам производится при помощи токов низкой частоты, получаемых от мощного усилителя, установленного на радиоузле. Радиоузел проводного радиовещания может производить как передачу собственных программ местного радиовещания, так и транслировать передачи радиостанций эфирного вещания. Местные передачи производятся через

микрофон, установленный в студии радиоузла, а трансляция передач радиостанций — при помощи приемника. И в том, и в другом случае токи низкой частоты перед поступлением их в распределительную абонентскую сеть усиливаются мощным усилителем.



Фиг. 24. Радиопередачу можно передавать не только при помощи радиоволн, но и по проводам при помощи токов низкой частоты.

Проводное радиовещание возникло даже раньше эфирного. Впервые оно было осуществлено в Петербурге в восьмидесятых годах прошлого столетия для трансляции по проводам передач из оперного театра в выставочный павильон. В 1896 г. в Одессе для трансляции передач из оперного театра были уже применены телефонные трубки с ру-

порами, позволявшими слушать передачу на расстоянии нескольких шагов от них.

Массовое развитие проводного вещания в СССР началось в 1924 г., когда Московский трансляционный узел МГСПС начал производить вещание по проводам в рабочие клубы Москвы. Сейчас СССР занимает первое место в мире по количеству радиоузлов и абонентов проводного вещания, оставив далеко позади в этой области техники все остальные страны.

На фиг. 24 изображен узел проводного вещания. На этой фигуре изображено здание радиоузла, в котором нахо-



Фиг. 25. Устройство абонентского ввода очень несложно.

дятся: студия с микрофонами для местных передач, радиоприемный пункт для трансляции передач радиостанций и аппаратная с аппаратурой для воспроизведения граммзаписи и тонфильмов и для мощного усиления электрических колебаний низкой частоты.

От здания радиоузла во всех направлениях расходятся абонентские двухпроводные линии. К абонентским линиям присоединяются громкоговорители.

При системе проводного радиовещания к одной и той же линии присоединяют несколько громкоговорителей, поэтому в результате неисправности проводки у одного из абонентов может нарушиться работа всей линии, так же как в результате короткого замыкания где-нибудь в электросети, гаснет электрический свет сразу в нескольких домах или квартирах. Для предотвращения этого неприятного явления последовательно с каждым громкоговорителем включается огра-

ничитель, состоящий из сопротивления и конденсатора (для громкоговорителей типа «Рекорд») или только из сопротивления (для электродинамических громкоговорителей).

Кроме громкоговорителя и ограничителя, у каждого абонента устанавливается регулятор громкости, позволяющий устанавливать желаемую громкость звучания.

Оборудование абонентского ввода изображено на фиг. 25.

ГЛАВА ЧЕТВЕРТАЯ

КАК ЧИТАТЬ РАДИОСХЕМЫ

15. СКЕЛЕТНАЯ, ПРИНЦИПИАЛЬНАЯ И МОНТАЖНАЯ СХЕМЫ

Радиоприемник является довольно сложным аппаратом, поэтому описать устройство даже самого простого приемника, не пользуясь при этом чертежом или рисунком, почти невозможно.

Чертеж, описывающий устройство того или иного радиоприбора, называется его схемой. На различных ступенях изучения приемника приходится пользоваться различными схемами, отличающимися одна от другой степенью сложности. Для общего начального ознакомления с устройством радиоприемника вполне достаточной является скелетная схема, или блок-схема.

На скелетной схеме, как следует из самого ее названия, изображаются только основные крупные узлы приемника, составляющие его скелет или остов; мелкие детали на скелетной схеме не изображаются, чтобы среди них при первом знакомстве с радиоприемником не потерялось основное, главное.

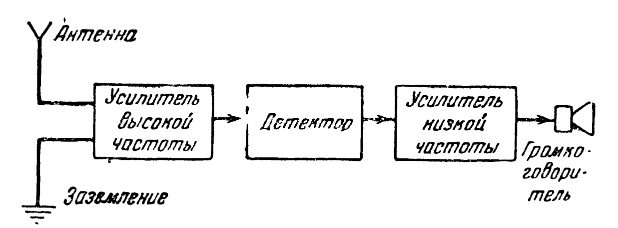
Отдельные устройства или, как говорят, узлы радиоприемника в большинстве случаев изображаются на скелетной схеме в виде прямоугольников, внутри которых обычно пишутся названия изображаемых узлов.

Электрические соединения между отдельными узлами приемника изображаются на скелетной схеме в виде одинарных прямых или ломаных линий. Каждая такая линия, соединяющая прямоугольники скелетной схемы, обозначает пару проводов, соединяющих соответствующие узлы приемника.

Очень часто на соединительных линиях изображают стрелку, показывающую направление движения электрических колебаний в приемнике от одного узла к другому.

Скелетные схемы вычерчиваются только при изучении ламповых радиоприемников, так как простота устройства детекторных приемников позволяет обойтись при их изучении без скелетных схем. Для того чтобы дать читателю более полное представление о скелетной схеме, на фиг. 26 изображена скелетная схема лампового приемника прямого усиления. Устройство приемников этого типа будет рассматриваться во второй части этой книги.

После общего ознакомления с приемником по скелетной схеме можно приступить к детальному изучению его устройства и работы.



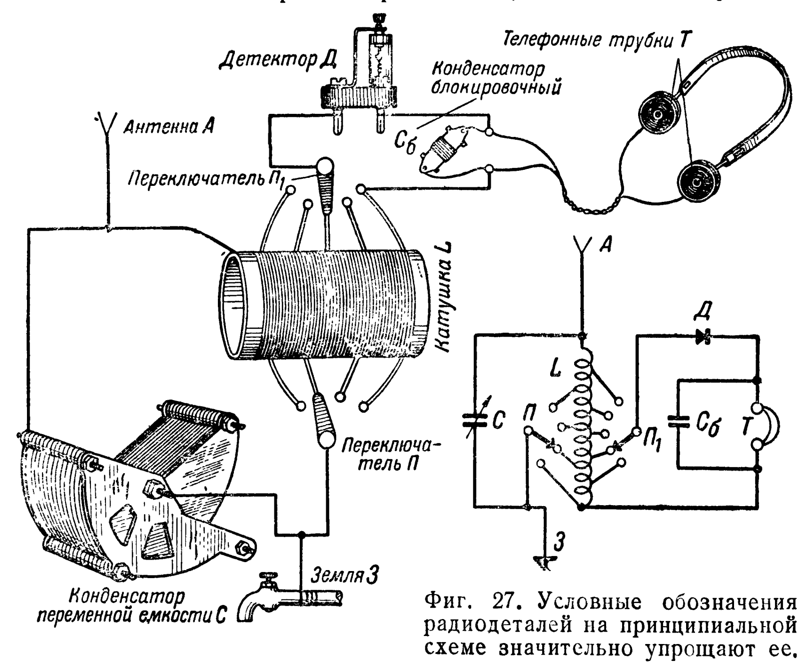
Фиг. 26. На скелетной схеме отдельные устройства приемника изображаются в виде прямоугольников.

Для такого изучения скелетной схемы уже недостаточно и она должна быть заменена так называемой принципиальной схемой.

Принципиальная схема должна помочь при изучении принципов работы всех узлов и устройств радиоприемника. Любая деталь радиоприемника, хотя бы даже самая незначительная, должна найти свое место в принципиальной схеме. Электрические соединения между отдельными деталями приемника (конденсаторами, катушками, сопротивлениями, лампами и т. д.) изображаются на принципиальной схеме уже не в виде одинарных линий, а так как это имеет место в действительности, т. е. каждому соединительному проводнику в приемнике соответствует соединительная линия на принципиальной схеме. При вычерчивании принципиальной схемы нет необходимости изображать во всех подробностях устройство каждой отдельной детали или лампы, так как устройство этих деталей и ламп одинаково в различных схемах.

Задача принципиальной схемы заключается не в том, чтобы пояснить устройство отдельных деталей приемника, а в том, чтобы пояснить, какую роль выполняют эти детали в приемнике. В связи с этим при вычерчивании принципи-

альных схем радиоприемников и других радиоприборов пользуются условными изображениями деталей и элементов приемника. Для того чтобы эти условные обозначения были понятны всем пользующимся принципиальными схемами, они узакониваются в масштабе всего Союза установлением специальных стандартов. Кроме того, большинство услов-



Фиг. 27. Условные обозначения радиодеталей на принципиальной схеме значительно упрощают ее.

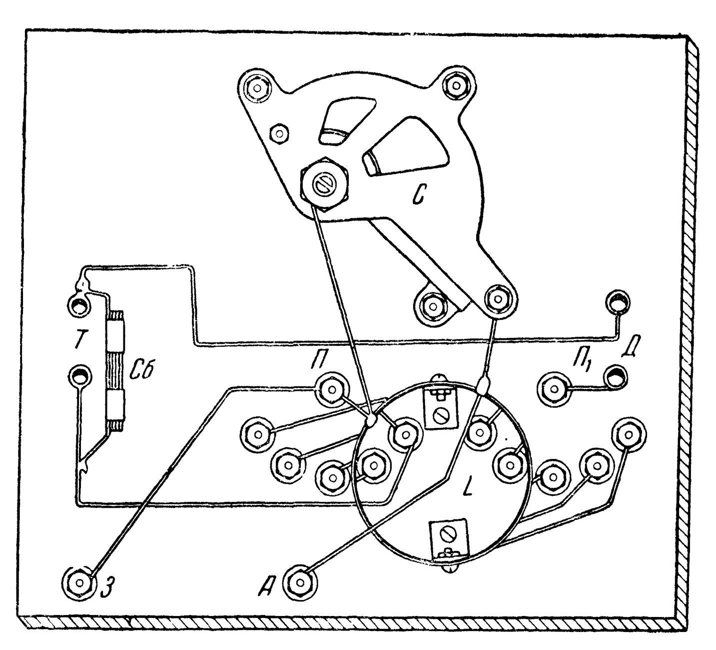
ных изображений является общепринятым почти во всех государствах земного шара.

Рядом с условным обозначением сопротивлений, индуктивностей и емкостей на принципиальных схемах проставляются их электрические величины, а рядом с условным обозначением электронных ламп — их наименования. Иногда рядом с условными обозначениями проставляются только порядковые номера деталей, а электрические величины их сводятся в особую таблицу называемую спецификацией.

На фиг. 27 в качестве примера изображена принципиальная схема детекторного приемника. Для того, чтобы читатель легче мог прочесть эту схему, рядом с ней изображена более наглядная схема того же приемника.

Если радиолюбитель решил воспроизвести приемник по выбранной им принципиальной схеме, то, при отсутствии конструкторского опыта, ему это не всегда удастся.

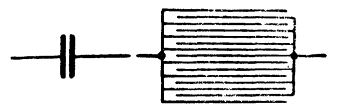
Для выявления конструктивных и монтажных особенностей радиоприемника или иного радиоприбора применяются монтажные схемы. На монтажной схеме изображаются в натуральную величину, или в масштабе, все детали приемника и их взаимное расположение. Кроме этого, на монтажной схеме изображаются все провода, соединяющие детали между собой, и показывается, как их нужно проложить при монтаже приемника. Монтажная схема совместно с принципиальной оказывается очень полезной также для быстрого нахождения неисправной детали в испортившемся приемнике. На фиг. 28 приведена монтажная схема детекторного приемника, принципиальная схема которого была выше приведена на фиг. 27.



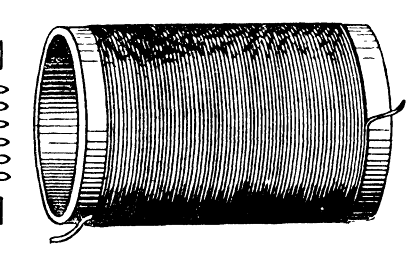
Фиг. 28. Монтажная схема помогает построить приемник и находить в нем неисправности.

16. РАДИОДЕТАЛИ И ИХ УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ НА СХЕМАХ

Условные обозначения деталей и ламп на радиосхемах должны по возможности точнее отражать основную идею конструкции и принцип действия изображаемых деталей и ламп, поэтому условные обозначения не являются случайными или произвольными. Так, например, конденсаторы изображаются в виде двух параллельных линий, соответствующих

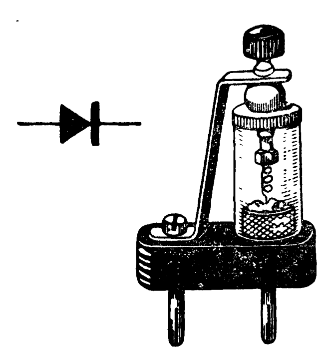


Фиг. 29. Две параллельных линии соответствуют двум системам пластин.



Фиг. 30. Спираль изображает витки катушки.

двум системам пластин в реальных конденсаторах (фиг. 29), катушки индуктивности — в виде цилиндрических спиралей, условно изображающих витки катушек (фиг. 30), детектор — в виде контакта вершины треугольника с плос-



Фиг. 31. Острие и линия изображают пружинку и кристалл детектора.

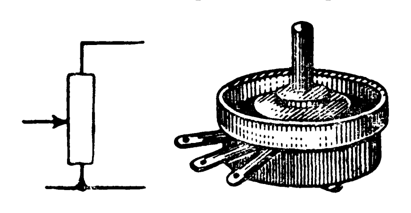


Фиг. 32. Условное изображение телефона очень напоминает его конструкцию.

костью (фиг. 31), телефон — в виде двух кружков (наушников), соединенных дужкой — оголовьем (фиг. 32), и т. п.

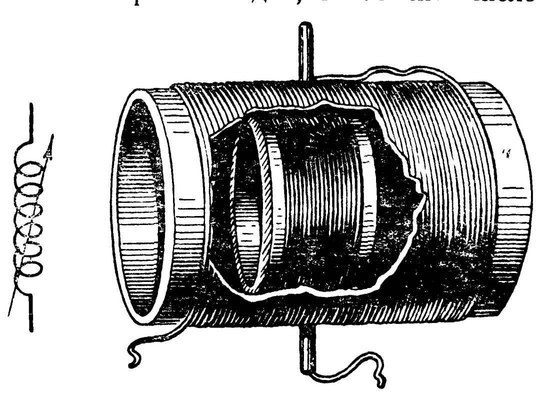
Условные обозначения не отражают второстепенных особенностей конструкции деталей, например постоянных со-

противлений, так как конструктивное оформление деталей быстро прогрессирует с развитием техники их производства, а условные обозначения не должны изменяться в течение длительного времени. Кроме того, из-за обилия всевозможных конструкций однотипных по своему назначению деталей просто невозможно отразить все их особенности в условных обозначениях, не говоря уже о том, что это чрезвычайно затруднило бы чтение радиосхем.



Фиг. 33. Число выводов на условном изображении детали должно быть таким же, как и у самой детали.

Всякое условное обозначение детали или лампы должно иметь ровно столько внешних выводов или контактов для соединения с другими деталями схемы, сколько таких выводов или контактов имеется у детали или лампы в действительности. Например, у всякого потенциометра имеется не менее трех выводов; такое же число выводов

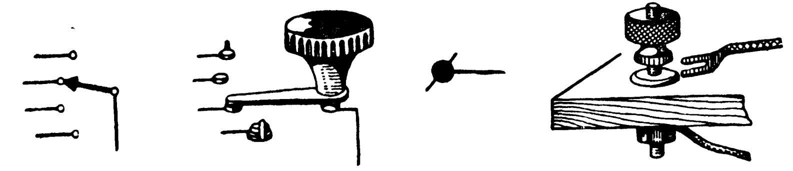


Фиг. 34. Изменяемая величина изображается стрелкой.

должно иметься и на условном изображении потенциометра (фиг. 33).

Детали с регулируемыми электрическими величинами, например конденсаторы переменной емкости и вариометры, а также катушки с переменной индуктивной связью между собой изображаются на принципиальной схеме со стрелкой, перечеркивающей их наискось (фиг. 34). Скользящие или

штепсельные контакты изображаются стрелообразным наконечником на конце соответствующей линии, изображающей контактную пружину или штепсель (фиг. 35), зажимы — в виде кружочка, перечеркнутого наискось (фиг. 36).



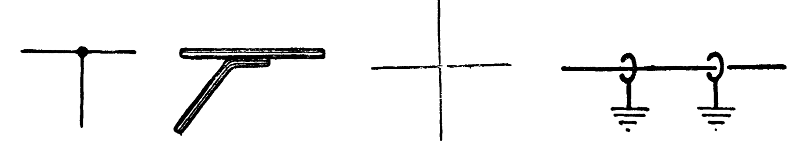
Фиг. 35. Перемещаемый контакт изображается стрелкой.

Фиг. 36. Условное изображение зажима — кружок, перечеркнутый наискось.

17. ПРОЧИЕ УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

Для того чтобы читать радиосхемы, необходимо кроме условных обозначений радиодеталей знать также условные обозначения монтажа. Вкратце эти условные обозначения сводятся к следующему.

Места соединений проводников, т. е. места их электрического контакта между собой, обозначаются на схемах



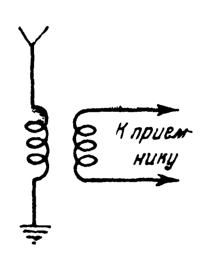
Фиг. 37. Точка означает электрический контакт.

Фиг. 38. Отсутствие точки означает отсутствие соединения.

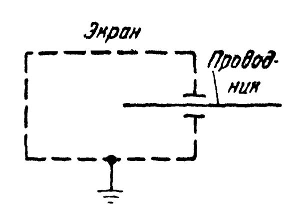
Фиг. 39. Экранированная оболочка проводника изображается в виде заземленных кружочков.

жирными точками (фиг. 37). Проводники, пересекающиеся на схеме, но не имеющие в действительности электрического контакта изображаются без точки в месте пересечения (фиг. 38). Экранированные проводники с заземленным экраном изображаются в виде линии, заключенной в несколько соединенных с землей кружочков (фиг. 39).

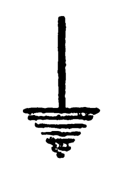
Концы проводов, выходящих за пределы данной схемы, на схемах обычно заканчиваются стрелками и надписями, к какой точке схемы идет данный проводник (фиг. 40).



Фиг. 40. Стрелки показывают, куда идут проводники за пределами данной схемы.



Фиг. 41. Экран изображается пунктирной линией.



Фиг. 42. Условное изображение заземления.

Фиг. 43. В кружочке — условное обозначение антенны.

Экраны изображаются в виде пунктирных линий; отверстия в них для вывода проводников — в виде перерыва пунктира с двумя параллельными черточками, перпендикулярными пунктиру (фиг. 41).

Заземление на схемах изображается так, как это показано на фиг. 42.

Антенна изображается в виде вертикальной линии, оканчивающейся наверху разветвлением (фиг. 43).

ГЛАВА ПЯТАЯ

КАК РАБОТАЕТ ДЕТЕКТОРНЫЙ ПРИЕМНИК

18. УСТРОЙСТВО ДЕТЕКТОРНОГО ПРИЕМНИКА

Детекторный приемник является первым самодельным приемником почти каждого радиолюбителя. Устройство детекторного приемника настолько несложно, что его можно построить, не имея никаких знаний в области радиотехники. Однако лучше все таки приступать к постройке детекторного приемника, вооружившись предварительно, как мы и делаем, некоторыми элементарными сведениями из электротехники и радиотехники.

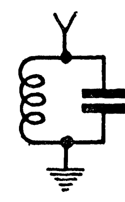
Детекторный приемник не обеспечивает приема дальних радиостанций. Самые мощные радиостанции слышны на детекторный приемник не далее, чем на расстоянии в 600—800 *км*, и то лишь при наличии очень высокой приемной антенны. Прием при помощи детекторного приемника можно производить лишь на телефонные трубки, т. е. слушать радиопередачу могут одновременно не более двух-трех человек. Если невдалеке от места установки детекторного приемника имеются две или три мощных радиовещательных станции, то при приеме на детекторный приемник очень трудно выделить передачу одной из них так, чтобы остальные совсем не были слышны.

Однако детекторный приемник обладает не только недостатками, но и рядом весьма существенных достоинств. Как мы уже говорили, он прост по устройству; вследствие этого он очень дешев, а обслуживание его очень несложно. Детекторный приемник не требует ни ламп, ни электроэнергии, ни батарей и всегда готов к работе. Благодаря этим качествам детекторный приемник в ряде случаев оказывает-

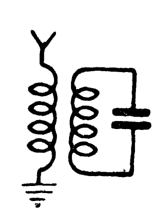
ся удобнее лампового приемника, особенно в сельских местностях.

Существует довольно большое число схем детекторных приемников, отличающихся одна от другой бо́льшей или меньшей сложностью, способами настройки, различной степенью избирательности и т. д. Однако всем схемам детекторных приемников свойственны общие черты, которые мы и рассмотрим.

Всякий детекторный приемник имеет колебательный контур, при помощи которого производится настройка приемника на волну желаемой станции. К колебательному контуру присоединяются приемная антенна и заземление (фиг. 44).



Фиг. 44. Непосредственная связь колебательного контура с антенной.



Фиг. 45. Индуктивная связь колебательного контура с антенной.

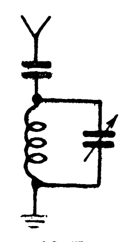
При таком способе присоединения антенны к колебательному контуру настройка приемника зависит от размеров антенны; поэтому иногда антенна и заземление присоединяются не непосредственно к колебательному контуру, а к катушке, которая уже связывается с колебательным контуром индуктивной связью (фиг. 45). В некоторых детекторных приемниках с этой же целью связь между антенной и колебательным контуром осуществляется через конденсатор малой емкости (фиг. 46).

Электрические колебания высокой частоты, принятые антенной, выделяются колебательным контуром в том случае, если он настроен на их частоту, и отсеиваются — если он на них не настроен. Благодаря этому передача радиостанции, на которую настроен контур, выделяется из всех остальных.

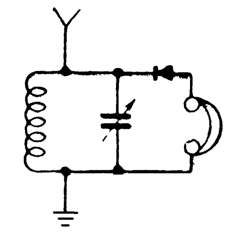
С приемным колебательным контуром связывается детекторная цепь, в которую последовательно включены детектор и телефон. Связь детекторной цепи с приемным колебательным контуром может быть непосредственной

(фиг. 47), индуктивной или автотрансформаторной. Последние два вида связи детекторной цепи с колебательным контуром мы рассмотрим позднее.

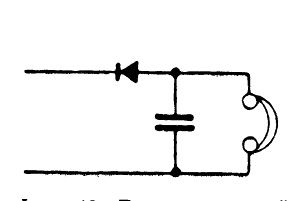
Высокочастотные электрические колебания, принятые и выделенные приемным контуром, ответвляются в детекторную цепь, где они детектируются, превращаясь в коле-



Фиг. 46. Емкостная связь колебательного контура с антенной.



Фиг. 47. Непосредственная связь детекторной цепи с колебательным контуром.



Фиг. 48. Блокировочный конденсатор присоединяется параллельно телефону.

бания низких (звуковых) частот. Токи звуковых частот, проходя через телефон, заставляют колебаться его мембрану, которая и воспроизводит звук. Для лучшей работы приемника параллельно к телефону присоединяется так называемый блокировочный конденсатор, роль которого будет нами выяснена позднее (фиг. 48).

19. СПОСОБЫ НАСТРОЙКИ

Настройка приемного колебательного контура на желаемую станцию производится путем изменения его емкости или индуктивности. Волна, на которую настроен приемный контур, связана с величинами его емкости и индуктивности следующим образом:

$$\lambda = 1{,}88\sqrt{LC},$$

где λ — длина волны в метрах (*м*);
L — индуктивность контура в микрогенри (*мкгн*);
C — емкость контура в микромикрофарадах (*мкмкф*).

Например, если индуктивность колебательного контура равна 500 *мкгн*, а емкость — 500 *мкмкф*, то длина волны в метрах, на которую он настроен, будет равна

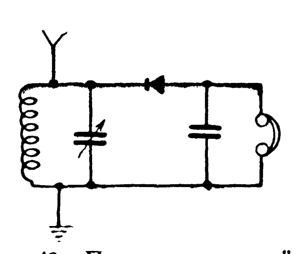
$$\lambda = 1{,}88\sqrt{LC} = 1{,}88\sqrt{500 \cdot 500} = 940\ м.$$

Путем несложных математических преобразований из приведенной выше формулы для определения длины волны можно получить формулы для определения емкости и индуктивности по заданной длине волны.

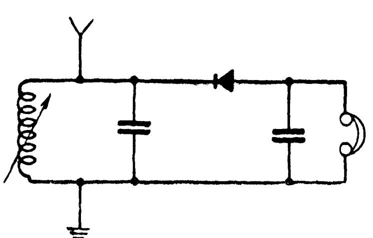
Если известны длина волны и индуктивность контура, то требуемая емкость может быть определена по формуле

$$C = \frac{\lambda^2}{3,55L}.$$

Например, необходимо определить емкость конденсатора колебательного контура для настройки его на волну



Фиг. 49. Плавную настройку приемника можно производить при помощи конденсатора переменной емкости.



Фиг. 50. Вариометр также позволяет осуществлять плавную настройку.

940 *м*; при этом известно, что индуктивность катушки этого контура равна 500 *мкгн*.

Тогда:

$$C = \frac{\lambda^2}{3,55L} = \frac{940^2}{3,55 \cdot 500} = \frac{888\,600}{1\,775} \approx 500 \text{ мкмкф}.$$

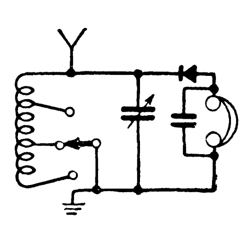
По аналогичной формуле определяется индуктивность колебательного контура, необходимая для настройки его на требуемую длину волны при заданной емкости:

$$L = \frac{\lambda^2}{3,55 \cdot C}.$$

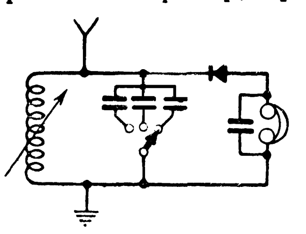
Определим индуктивность, необходимую для настройки контура на длину волны 600 *м*, при емкости контура, равной 507 *мкмкф*:

$$L = \frac{\lambda^2}{3,55 \cdot C} = \frac{600^2}{3,55 \cdot 507} = \frac{360\,000}{1\,800} = 200 \text{ мкгн}.$$

Изменяя величину индуктивности или емкости колебательного контура, можно настраивать его на различные волны. Чаще всего плавную настройку приемника производят при помощи конденсатора переменной емкости (фиг. 49) или вариометра (фиг. 50), но иногда применяют и другие способы плавной настройки. Например, среди



Фиг. 51. Скачкообразное изменение настройки производят путем включения или выключения части витков катушки.



Фиг. 52. Скачкообразное изменение настройки производят путем переключения конденсаторов.

радиолюбителей распространен способ плавного изменения индуктивности путем приближения к катушке или удаления от нее металлической пластинки.

С целью перекрытия возможно большего диапазона частот плавную настройку дополняют скачкообразной настройкой, осуществляемой путем включения в контур или выключения из него сразу целой секции катушки (фиг. 51) или конденсаторов постоянной емкости (фиг. 52).

В следующей главе эти способы настройки будут рассмотрены более подробно.

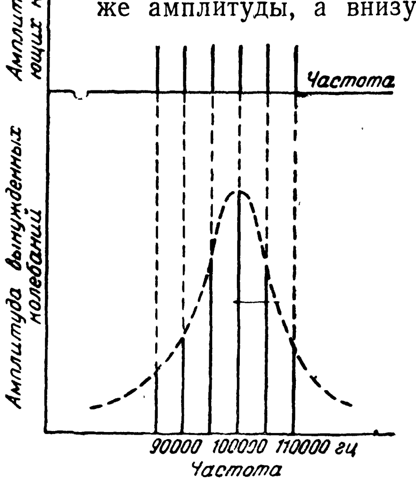
20. ОСТРОТА НАСТРОЙКИ

Как правило, одновременно работает большое число передающих радиостанций; поэтому каждая приемная антенна принимает одновременно много телефонных и телеграфных радиопередач. «Рассортировать» все эти передачи и выделить из них передачу желаемой станции было бы невозможно, если бы каждая передающая станция не работала на определенной, присвоенной ей частоте.

Несущая частота является точным «адресом», по которому можно найти данную станцию в эфире.

Если на колебательный контур приемника действует сразу несколько колебаний различной частоты, то эти колеба-

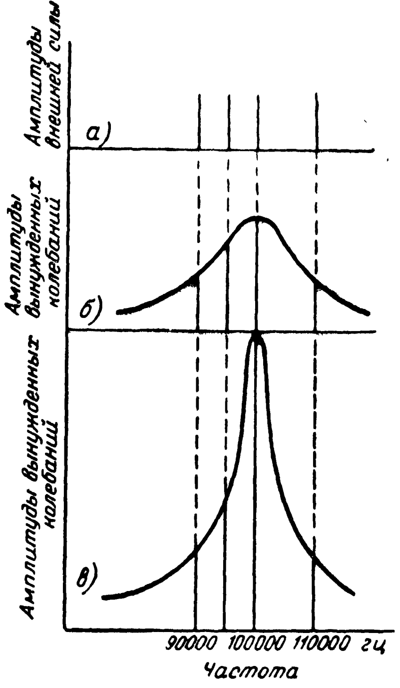
ния будут вызывать в контуре также несколько вынужденных колебаний с такими же частотами, но с различными амплитудами. Наибольшую амплитуду будут иметь те вынужденные колебания, частота которых совпадает с собственной частотой контура; и чем больше частота какого-либо из вынужденных колебаний будет отличаться от собственной частоты контура, тем меньше будет амплитуда этих вынужденных колебаний. Графически эту картину можно изобразить так, как это сделано на фиг. 53. Сверху на этой фигуре схематически изображено несколько (шесть) вынуждающих (внешних) колебаний различных частот, но одной и той же амплитуды, а внизу сплошными линиями изображены шесть различных вынужденных колебаний соответствующих частот, которые этими внешними колебаниями созданы. Если, например, наш колебательный контур имеет собственную частоту в 100 000 *гц,* то вынужденные колебания именно этой частоты имеют наибольшую амплитуду. Колебания других частот имеют амплитуды тем меньшие, чем больше их частоты отличаются от собственной частоты контура. Если мы обведем плавной кривой концы прямых, изображающих амплитуды различных колебаний (пунктирная кривая), то мы получим кривую резонанса. Эта кривая резонанса графически определяет зависимость между амплитудой и частотой вынужденных колебаний в каком-либо контуре.



Фиг. 53. Наибольшую амплитуду имеет то вынужденное колебание, частота которого совпадает с собственной частотой контура.

Итак, из всех внешних колебаний, действующих на какой-либо колебательный контур, этот контур сильнее всего выделит те колебания, частота которых совпадает с его собственной частотой, т. е. он будет лучше всего принимать ту станцию, на которую он настроен. Но от приемника тре-

буется не только, чтобы он принимал нужную станцию, но также, чтобы он не принимал ненужных станций. Другими словами, мы должны требовать от приемника, чтобы он хорошо выделял колебания той частоты, на которую он настроен. Наконец, мы можем это требование сформулировать еще иначе. Если на приемник действует ряд внешних э. д. с., одинаковых по амплитуде, но разных по частоте, то амплитуды всех остальных созданных этими внешними силами вынужденных колебаний должны быть гораздо меньше, чем амплитуда того вынужденного колебания, на которое настроен наш приемник. Легко убедиться в том, что это требование будет выполняться тем лучше, чем острее кривая резонанса нашего приемника. Чтобы убедиться в этом, мы разберем конкретный пример.



Фиг. 54. Избирательность приемник тем больше, чем острее кривая резонанса.

Пусть принимаемая станция работает на частоте в 100 000 *гц* и, кроме нее, поблизости работают еще три станции, частота колебаний которых будет соответственно 90 000, 95 000 и 110 000 *гц* (фиг. 54,*а*). Для выяснения роли остроты кривой резонанса на фиг. 54 приведена картина вынужденных колебаний в двух разных контурах с разными кривыми резонанса. Если вместо той кривой резонанса, которая изображена на фиг. 54,*б*, наш приемный контур будет обладать более острой кривой резонанса, то мы получим уже другие амплитуды вынужденных колебаний (фиг. 54,*в*). При этом возрастут все амплитуды вынужденных колебаний, но возрастут они неодинаково. Особенно сильно возрастут амплитуды тех вынужденных колебаний,

частота которых совпадает с собственной частотой контура, и в гораздо меньшей степени возрастут амплитуды тех колебаний, на которые приемник не настроен.

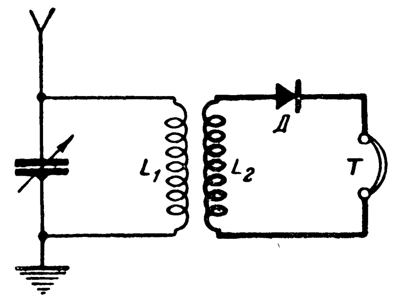
Мы видим, таким образом, что способностью выделять из всех станций одну (ту, на которую настроен приемный контур) приемник обладает тем в большей степени, чем острее кривая резонанса приемника. Способность приемника выделять из всех станций ту, на которую он настроен, называется остротой настройки или избирательностью приемника.

От чего зависит острота резонансной кривой колебательного контура в приемнике?

Математический анализ этого вопроса показывает, что чем меньше активное сопротивление R и емкость C колебательного контура и чем больше его индуктивность L, тем острее будет кривая резонанса.

21. ДЕТЕКТОРНАЯ ЦЕПЬ

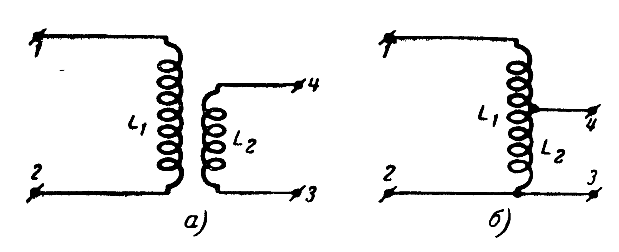
Мы знаем теперь, как принять колебания, приходящие от нужной нам передающей станции, и как создать условия, при которых можно отстроиться от передач других радиостанций. Однако этого еще мало, чтобы принять радиопередачу. Нужно из колебаний, которые созданы в приемном контуре приходящей волной, извлечь те звуки, которые во время передачи действуют на микрофон передающей станции. Для этого нужно выпрямить или, как говорят, продетектировать модулированные колебания, созданные в приемном контуре, и затем направить их в телефон, где они заставят колебаться мембрану телефона. Но прежде всего нужно их извлечь из приемного контура и направить в цепь детектора и телефона.



Фиг. 55. Благодаря индуктивной связи колебания передаются из приемного контура в детекторную цепь.

Как же можно направить колебания из приемного контура в цепь детектора? Возьмем для примера схему прием-

ного контура с конденсатором переменной емкости (фиг. 55). К катушке L_1 приемного контура мы приблизим другую катушку — L_2 и получим трансформатор с двумя обмотками: L_1 и L_2. Если в катушке L_1 проходит переменный ток, то благодаря явлению индукции на зажимах катушки L_2 также возникнет электродвижущая сила той же частоты и того же характера, что и в первичной катушке L_1. Катушка L_1 будет действовать на катушку L_2 индуктивно, и поэтому говорят, что между катушками L_1 и L_2 существует индуктивная связь. Иногда эту связь называют трансформаторной, так как катушки L_1 и L_2 представляют собой,

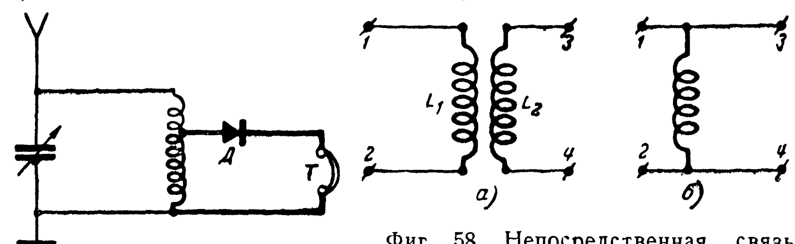


Фиг. 56. Автотрансформаторная связь равноценна индуктивной.

в сущности, две обмотки трансформатора. При помощи индуктивной связи можно извлечь колебания из приемного контура и направить их в цепь детектора и телефона, если к концам катушки L_2 присоединить детектор и телефон. Такой приемник называют приемником с индуктивной детекторной связью.

Теперь представим себе, что в трансформаторе, состоящем из катушек L_1 и L_2 (фиг. 56,*а*), мы совместили катушку L_2 с частью катушки L_1 (фиг. 56,*б*). От того, что часть витков обеих обмоток трансформатора будет общая, картина не изменится. Мы попрежнему будем иметь трансформатор, и если через обмотку L_1, т. е. через зажимы *1—2* (фиг. 56,*б*) будет проходить переменный ток, то на зажимах обмотки L_2, т. е. на зажимах *3—4*, возникнет переменная электродвижущая сила, и в цепи, присоединенной к зажимам *3—4*, будет проходить переменный электрический ток. Такой трансформатор, в котором часть витков у обмоток общая, называется автотрансформатором. Схема приемника с автотрансформаторной связью изображена на фиг. 57.

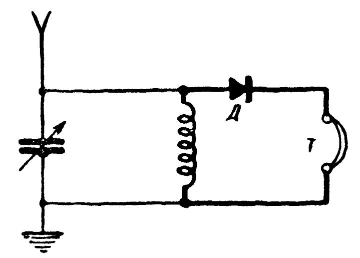
Можно трансформатор устроить таким образом, чтобы обе обмотки его: L_1 и L_2 (фиг. 58,*а*) были совершенно одинаковы (имели бы одинаковое число витков). Точно так же и автотрансформатор может иметь в своих двух обмотках (хотя эти обмотки и слиты в одну) одинаковое число вит-



Фиг. 57. Приемник с автотрансформаторной связью.

Фиг. 58. Непосредственная связь детекторной цепи с приемным контуром является частным случаем автотрансформаторной связи.

ков; тогда этот автотрансформатор будет иметь вид, изображенный на фиг. 58,*б*. В сущности, это одна катушка, к которой присоединены две цепи: цепь первичного тока, присоединенная к зажимам *1—2*, и цепь вторичного тока, присоединенная к зажимам *3—4*. Но эта катушка действует, как и всякий автотрансформатор (а, следовательно, как и трансформатор вообще). Если через зажимы *1—2* пропустить переменный ток, то в цепи, присоединенной к зажимам *3—4*, также будет проходить переменный ток. В общем все будет происходить так же, как и при трансформаторе, имеющем две одинаковые обмотки. Следовательно, таким автотрансформатором, состоящим из одной катушки, можно также воспользоваться для связи колебательного контура с детекторной цепью. Такая связь приемного контура с детекторным изображена на фиг. 59.



Фиг. 59. Приемник с непосредственной связью.

У читателя может возникнуть вопрос: зачем же в таком случае вообще нужна катушка индуктивности в приемнике? Но эта катушка служит не только для связи с детекторной цепью, она вместе с тем входит в приемный контур и позво-

ляет настроить этот контур на приходящие колебания. Если бы этой катушки не было, то в приемнике вообще не было бы колебательного контура, который мы могли бы настраивать на нужную станцию. Таким образом, в схемах с автотрансформаторной связью одна и та же катушка служит катушкой индуктивности приемного контура и катушкой связи с детекторной цепью.

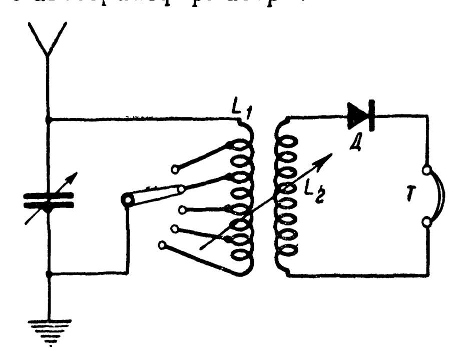
22. ПЕРЕМЕННАЯ ДЕТЕКТОРНАЯ СВЯЗЬ

Типы детекторной связи, которые мы описали выше, отличаются одной общей чертой: связь между приемным контуром и детекторной цепью остается всегда одна и та же, и из энергии колебаний, происходящих в приемном контуре, в детекторную цепь всегда попадает определенная доля, соответствующая данной связи. При постоянной детекторной связи мы не можем по своему желанию изменять величину той доли энергии колебаний, которую потребляет детекторная цепь. Между тем, очень важно иметь возможность изменять величину детекторной связи, и вот почему.

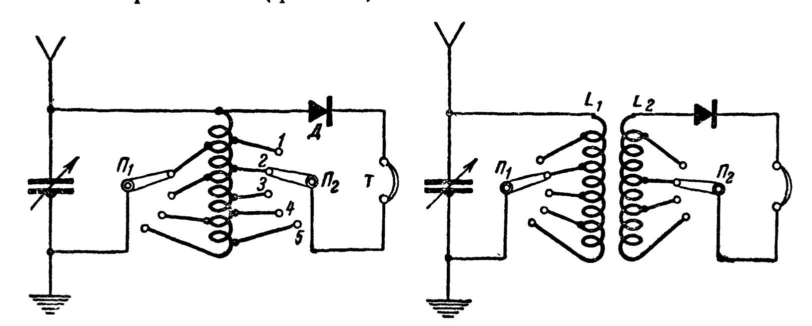
При сильной детекторной связи детекторная цепь отнимает у приемного контура много энергии, т. е. вносит в него добавочные потери энергии, и поэтому уменьшается острота настройки приемного контура. Если мы хотим (в случае помех со стороны других станций) увеличить остроту настройки приемника, то нужно иметь возможность ослабить детекторную связь. При этом, хотя и уменьшится слышимость станции, однако вследствие увеличения остроты настройки еще больше уменьшится слышимость мешающих станций, так как они при увеличении остроты настройки становятся слышны относительно (по сравнению с принимаемой) все слабее и слабее (ибо при уменьшении затухания амплитуды мешающих станций, хотя и возрастают, но в гораздо меньшей степени, чем амплитуда той станции, на которую приемник настроен). Вот почему во многих детекторных приемниках детекторная связь делается переменной.

В приемниках с индуктивной (трансформаторной) связью, катушки трансформаторов L_1 и L_2 (фиг. 60) устраиваются таким образом, чтобы их можно было сдвигать и раздвигать (на чертежах это принято обозначать стрел-

кой). При сближении катушек детекторная связь увеличивается, а при удалении она уменьшается. В приемниках с автотрансформаторной связью поступают иначе. Детекторный контур присоединяют к приемному контуру не прямо, а при помощи ползунка $П_2$ (фиг. 61), который позволяет включать в детекторную цепь большее или меньшее число витков катушки приемного контура и тем самым изменять связь между приемным и детекторным контуром. В приемниках с индуктивной связью иногда бывает выгодно изменять не расстояние между катушками трансформатора, а число витков вторичной катушки. Для этого катушку L_2 делают секционированной (фиг. 62).



Фиг. 60. Изменение индуктивной связи производится сближением или удалением катушек.



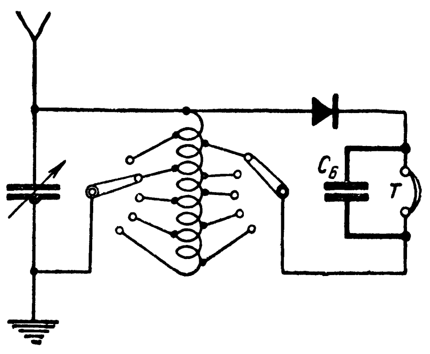
Фиг. 61. Изменение автотрансформаторной связи производится при помощи ползунка.

Фиг. 62. Индуктивную связь также можно изменять при помощи ползунка.

23. БЛОКИРОВОЧНЫЙ КОНДЕНСАТОР

Мы проследили все те превращения, которые совершает звук, попавший в микрофон передатчика, пока он, наконец, достигнет телефона приемника и вновь превращается в звук. Но при этом мы не проследили до конца за тем, как завершают свой путь те колебания высокой частоты, при помощи

которых происходит передача без проводов. Эти колебания высокой частоты должны подводиться к детектору. Чтобы детектор хорошо работал, нужно, чтобы напряжение, создаваемое на детекторе колебаниями высокой частоты, было возможно больше. Для этого нужно создать такой путь из колебательного контура к детектору, который представлял бы малое сопротивление токам высокой частоты. Однако телефон, обладающий большой индуктивностью, этому требованию не удовлетворяет. Чтобы удовлетворить этому требованию, параллельно телефону приключают блокировочный конденсатор $C_Б$ (фиг. 63), представляющий гораздо меньшее сопротивление для токов высокой частоты, чем телефон с большой индуктивностью. Через этот конденсатор и проходят колебания высокой частоты, так как он представляет для них меньшее сопротивление, чем телефон.



Фиг. 63. Блокировочный конденсатор представляет для токов высокой частоты значительно меньшее сопротивление, чем телефонные трубки.

Наоборот, колебания низкой (звуковой) частоты идут в телефон, который представляет для них меньшее сопротивление, чем конденсатор небольшой емкости. Часто, однако, емкость между витками катушки телефона столь значительна, что она вполне заменяет блокировочный конденсатор. Поэтому нередко вполне удовлетворительные результаты можно получить и без блокировочного конденсатора. Однако все же блокировочный конденсатор ставится во всех приемниках.

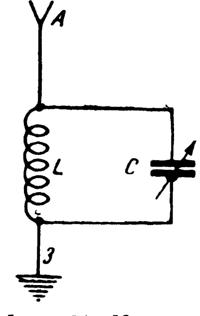
Емкость блокировочного конденсатора должна быть не меньше нескольких сотен микромикрофарад. Можно применять конденсаторы емкостью, например, в 1 000—1 500 *мкмкф*. При применении конденсатора бо́льшей емкости может произойти ответвление через него части токов низкой частоты, что вызовет ослабление громкости приема и искажение тембра передачи, которая в этом случае приобретает глуховатый оттенок в результате ослабления звучания высоких тонов.

ГЛАВА ШЕСТАЯ

САМОДЕЛЬНЫЕ ДЕТЕКТОРНЫЕ ПРИЕМНИКИ

24. ПРИЕМНИК С КОНДЕНСАТОРОМ ПЕРЕМЕННОЙ ЕМКОСТИ

Рассмотрим такой приемный контур, в котором для настройки применяются конденсатор переменной емкости и катушка индуктивности. Схема такого приемного контура изображена на фиг. 64. На этом рисунке: *А* — антенна, *З* — заземление, *С* — конденсатор (на то, что конденсатор переменной емкости, указывает стрелка на нем), *L* — катушка индуктивности. Настройка такого приемника будет зависеть от емкости конденсатора *С* и индуктивности катушки *L*. Так как катушка *L* имеет постоянную индуктивность, а конденсатор *С* — переменную емкость, то волна приемника определяется положением подвижных пластин конденсатора. Чем больше будет емкость конденсатора, тем длиннее волна, на которую настроен приемник. Положим, что при той катушке, которая включена в приемник, и при наименьшей емкости (начальном положении подвижных пластин конденсатора) волна приемника составляет 200 *м* и что при перестановке подвижных пластин конденсатора из положения наименьшей емкости в положение наибольшей емкости длина волны увеличивается в 2,5 раза. При увеличении емкости конденсатора волна постепенно возрастает, и при наибольшей емкости (конечное положение подвижных пластин конденсатора) мы получим настройку на волну в 500 *м*. Таким образом, с одной катушкой и конденсатором переменной емкости нам удалось бы получить или перекрыть диапазон от 200 до 500 *м*. Чтобы получить диапазон несколько более длинных волн, подберем вместо той катушки, которая была включена в приемник, другую с несколько бо́льшей индуктивностью, так чтобы при этой катушке и при наименьшей емкости конденсатора получилась волна в 400 *м*. Так как при полном изменении емкости конденсатора от наименьшей до наибольшей величины волна увеличивается примерно в 2,5 раза, то при наиболь-



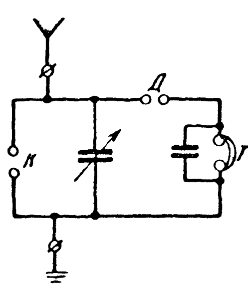
Фиг. 64. Изменяя емкость конденсатора от минимальной ее величины до максимальной, можно изменить длину волны в 2—3 раза.

шей емкости и второй катушке мы получим волну примерно в 1 000 *м*. Таким образом, пользуясь двумя катушками, мы можем перекрыть диапазон от 200 до 1 000 *м*. Но и это недостаточно, если нужно получить диапазон от 200 до 2 000 *м*. Для этого придется воспользоваться третьей катушкой, имеющей еще бо́льшую индуктивность, чем вторая. Подберем эту третью катушку так, чтобы при наименьшей емкости волна приемника составляла около 800 *м*. Тогда при наибольшей емкости конденсатора приемник будет настроен на волну примерно в 2 000 *м*. Таким образом, при помощи трех различных катушек и одного конденсатора переменной емкости перекрыт весь нужный диапазон от 200 до 2 000 *м*. Однако не всегда дело обстоит так благополучно. Практически вследствие целого ряда причин, часть которых мы выясним в дальнейшем, при переходе от начального к конечному положению конденсатор дает изменение волны не в 2,5—3, а только в 1,5—2 раза; вследствие этого трех катушек оказывается недостаточно, чтобы перекрыть весь диапазон от 200 до 2 000 *м*, и приходится применять четыре катушки. Катушки эти подбираются, например, таким образом: первая катушка дает наименьшую волну (при наименьшей емкости конденсатора) в 200 *м* и наибольшую около 400 *м*, вторая — наименьшую в 300 *м* и наибольшую в 600 *м*, третья — наименьшую в 550 *м* и наибольшую около 1 100 *м* и, наконец, четвертая — наименьшую в 1 000 *м* и наибольшую в 2 000 *м*. Таким образом, четыре катушки индуктивности дают возможность надежно перекрыть весь нужный диапазон волн.

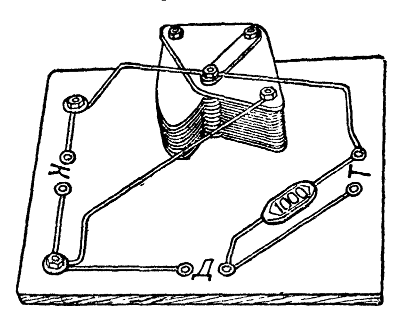
Читатель, вероятно, уже заметил, что и в первом и во втором случаях мы подбирали катушки определенным образом, именно так, чтобы наименьшая волна, которую можно получить с какой-либо катушкой, была меньше, чем та наибольшая, которую может дать предыдущая катушка, т. е. чтобы диапазоны волн, даваемые отдельными катушками, перекрывали друг друга. Если бы мы этого не делали и выбирали катушки так, чтобы их диапазоны не перекрывали друг друга, а только сходились вплотную (например, первая катушка от 200 до 400 *м*, вторая от 400 до 800 *м* и т. д.), то при случайном изменении диапазонов (например, первая катушка 180—360 *м*, вторая 410—820 *м* и т. д.), в диапазоне приемника получился бы провал, и на волну в 390 *м* он не мог бы быть настроен. Чтобы избежать этих провалов в диапазоне, катушки всегда выбираются та-

ким образом, чтобы диапазоны, даваемые отдельными катушками, достаточно перекрывали друг друга.

Так как в описанном случае для приема разных станций и получения всего диапазона волн приходится менять катушки, то приемники этого типа называются приемниками со сменными катушками. При настройке приемника на ту или другую волну приходится раньше всего, в зависимости от длины этой волны, вставлять в приемник ту или дру-



Фиг. 65. Принципиальная схема приемника со сменными катушками.



Фиг. 66. Монтажная схема приемника со сменными катушками.

гую катушку, а затем конденсатором переменной емкости настраиваться на волну принимаемой станции. Такой способ теперь уже редко применяется для настройки приемников, так как сменные катушки неудобны в обращении. Для каждого приемника требуется целый комплект катушек, и при переходе от одной станции к другой их часто приходится сменять.

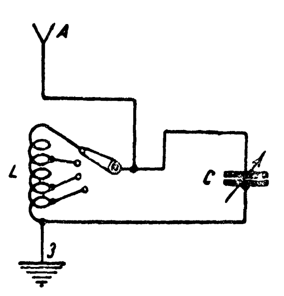
Принципиальная схема приемника с конденсатором переменной емкости и сменными катушками изображена на фиг. 65, а монтажная — на фиг. 66. Сменные катушки удобнее всего брать сотового типа.

При конденсаторе с максимальной емкостью 500 *мкмкф* для перекрытия волн от 200 до 2 000 *м* потребуется четыре сотовых катушки.

25. ПРИЕМНИК С СЕКЦИОНИРОВАННОЙ КАТУШКОЙ

Вместо сменных катушек в приемниках часто пользуются одной катушкой, но секционированной. Схема приемного контура с секционированной катушкой приведена на

фиг. 67. От каждой секции катушки делается отвод, который позволяет при помощи ползунка включать в приемник не всю катушку, а только часть ее — одну или несколько секций. Число витков каждой секции подбирается так же, как и в случае сменных катушек. Одна первая секция соответствует первой сменной катушке, первая и вторая вместе соответствуют второй сменной катушке, первая, вторая и третья вместе соответствуют третьей сменной катушке и, наконец, вся катушка (все четыре секции вместе) соответствует четвертой сменной катушке. Таким образом, можно получить весь нужный диапазон приемника и достаточное перекрытие между отдельными участками диапазона.



Фиг. 67. Отводы позволяют включать в контур не всю катушку, а только часть ее.

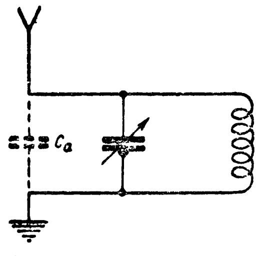
Настройка при помощи секционированной катушки и конденсатора переменной емкости широко применяется в современных фабричных и самодельных приемниках.

Те из наших читателей, которым приходилось рассматривать приемники с конденсатором переменной емкости, вероятно, заметили на них, кроме ручки для вращения пластин конденсатора и ручки для переключения секций катушки, еще один переключатель с надписями «средние волны» и «длинные волны». Этот переключатель служит для изменения диапазона волн приемника. Из того рассуждения, которое мы привели выше, вытекало, что для получения всего диапазона от 200 до 2 000 *м* достаточно иметь конденсатор переменной емкости и катушку, разделенную на четыре секции. Однако этого было бы достаточно, если бы к приемнику не была присоединена антенна. Но когда антенна присоединена к приемнику, то получить весь диапазон волн таким образом часто не удается, и приходится пользоваться переключением на средние и длинные волны.

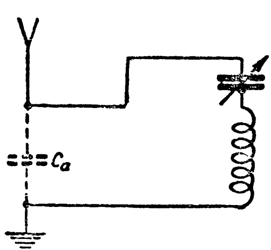
Дело в том, что антенна сама по себе обладает определенной емкостью. Вместе с землей она представляет собой конденсатор, правда несколько необычной формы, в котором одной «обкладкой» являются провода антенны, а другой «обкладкой» служит земля. Емкость антенны будет тем больше, чем длиннее горизонтальная часть антенны и чем больше проводов составляет антенну. Для обычной люби-

тельской антенны средней высоты (12—15 *м*) при одном проводе (луче) можно считать, что емкость антенны будет составлять 5 *см* на каждый метр длины провода, считая горизонтальную часть и снижение. Например, на антенну высотой 20 *м* и длиной 40 *м* идет 60 *м* провода. Полагая, что каждый метр длины провода имеет емкость 5 *см*, мы можем считать, что емкость антенны будет составлять примерно 300 *см*. На нормальную любительскую антенну идет обычно от 40 до 60 *м* провода, и поэтому емкость любительской антенны обычно составляет 200—300 *см*.

Как же изменяет настройку приемного контура присоединенная к нему антенна? На фиг. 68 и 69 изображены два



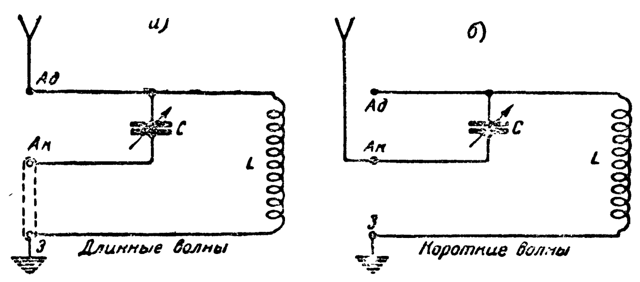
Фиг. 68. Емкость антенны включена параллельно контуру.



Фиг. 69. Емкость антенны включена в контур последовательно.

способа присоединения антенны и заземления к приемному контуру, причем собственная емкость антенны C_A изображена на этих фигурах пунктиром. В первом случае (фиг. 68) антенна присоединена к первой обкладке конденсатора переменной емкости, а заземление — ко второй его обкладке; это значит, что емкость антенна — земля включена в колебательный контур параллельно конденсатору переменной емкости. Следовательно, к имеющейся емкости конденсатора все время прибавляется постоянная емкость антенны, которую изменить нельзя и которая составляет 200—300 *см*. Поэтому при таком включении антенны общая емкость приемного контура намного увеличивается. Увеличивается при этом и начальная и конечная емкость конденсатора, и общая емкость контура изменится при полном повороте конденсатора уже не в восемь-девять раз, а всего в три-четыре раза. Кроме того, настроиться на короткие волны вообще не удается, ибо как бы мы ни уменьшали емкость конденсатора переменной емкости, емкость антенны

останется прежней и так как она значительна, приемник не удастся настроить на самые короткие волны диапазона. Если же емкость антенны включить в колебательный контур не параллельно, а последовательно с емкостью конденсатора переменной емкости, т. е. так, как указано на фиг. 69, то общая емкость контура всегда будет меньше, чем емкость конденсатора переменной емкости. Поэтому, уменьшая емкость конденсатора, мы сможем настроить приемник на самые короткие волны. Таким образом, для приема длинных волн антенну включают в приемный контур параллельно конденсатору переменной емкости, а для приема более ко-



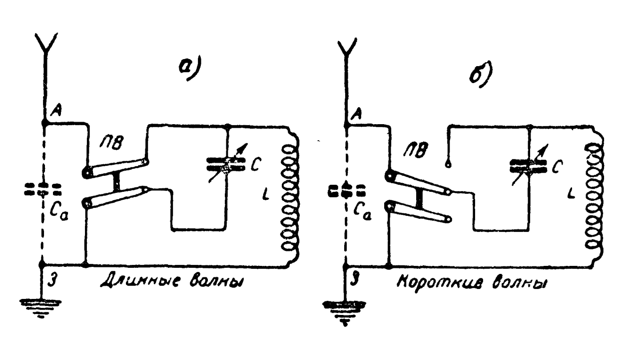
Фиг. 70. Добавочный зажим и перемычка позволяют включать антенну параллельно и последовательно.

ротких волн антенну включают в приемный контур последовательно с конденсатором. Для этих переключений и служит переключатель на длинные и средние волны.

Устройство переключателей на средние и длинные волны бывает весьма разнообразно. Мы остановимся на двух наиболее распространенных схемах переключения на средние и длинные волны. Более простая из этих двух схем приведена на фиг. 70. В этой схеме приемник снабжен не двумя, а тремя зажимами для присоединения антенны и заземления.

Чтобы конденсатор был включен в контур параллельно емкости антенны (длинные волны), антенну присоединяют к зажиму $A_д$, а заземление — к зажиму *З* (фиг. 70,*а*). Кроме того, зажимы *Ак* и *З* соединяют между собой (для этого обычно пользуются специальной металлической пластинкой). Для включения конденсатора в контур последовательно (средние волны) антенну присоединяют к зажиму *Ак*, а заземление опять к зажиму *З*. При этом пластинку, соединяющую зажимы *Ак* и *З*, нужно удалить (фиг. 70,*б*).

Такой способ переключения на средние и длинные волны хотя и очень прост, но не очень удобен, так как при переходе от одной станции к другой приходится часто пересоединять антенну. От этого недостатка свободен второй способ переключения при помощи двойного переключателя *ПВ* (фиг. 71) с двумя ползунками и двумя контактами. Из этих контактов один присоединен к конденсатору, а другой — к катушке индуктивности. Ползунки связаны пластинкой из изолирующего материала, т. е. электрически не соединены друг с другом, но благодаря этой пластинке оба ползунка передвигаются по контактам вместе. Когда этот



Фиг. 71. Схема с переключателем позволяет производить переключения значительно быстрее.

переключатель *ПВ* стоит в верхнем положении (фиг. 71,*а*), то конденсатор *C* и емкость антенны C_a включены в контур параллельно — получается схема длинных волн. Когда же переключатель *ПВ* переведен в нижнее положение (фиг. 71,*б*), то конденсатор *C* и емкость антенны C_a оказываются включенными в контур последовательно, и получается схема средних волн.

Таким образом, все необходимые переключения делаются сразу одним поворотом переключателя, без всяких пересоединений. Все остальные способы переключения на средние и длинные волны являются видоизменением этих двух, и мы их описывать не будем.

Переключатель на средние и длинные волны, как мы уже говорили, дает возможность перекрыть весь нужный диапазон при присоединенной антенне. При этом обычно

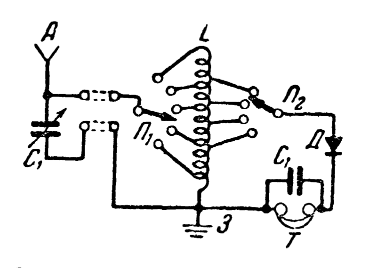
области средних и длинных волн очень сильно перекрывают друг друга, и поэтому станции, работающие на длинах волн от 400 до 700 *м*, можно слушать при обоих положениях переключателя волн.

При всех рассуждениях мы говорили о «нормальной» любительской антенне. О том, что такое нормальная антенна и каковы ее размеры, мы будем говорить в гл. 10. Но что будет, если пользоваться антенной, размеры которой сильно отличаются от нормальной?

Если антенна очень мала, то прием на нее будет хуже, чем на нормальную антенну; если же антенна чересчур велика, то она может сильно изменить диапазон настройки приемника. Действительно, большая антенна будет обладать большой емкостью; но если большая емкость антенны включена в контур параллельно с конденсатором, то она может нарушить всю настройку. Ведь если параллельно включены две емкости, одна большая и другая малая, то вся общая емкость зависит главным образом от большой и почти не зависит от малой. Поэтому при параллельно присоединенной емкости большой антенны изменение емкости конденсатора переменной емкости почти не изменяет настройки приемника. Например, если антенна имеет емкость 1 000 *см*, а конденсатор может изменять свою емкость от 50 до 750 *см*, то при наименьшей емкости конденсатора общая емкость будет 1 050 *см*, а при наибольшей — 1 750 *см*. Таким образом, при полном повороте пластин переменного конденсатора общая емкость увеличится только на $^2/_3$ своей величины, а при нормальной антенне (емкость в 250 *см*) при тех же условиях емкость изменится от 300 до 1 000 *см*, т. е. больше чем втрое. Соответственно с этим при полном повороте конденсатора во втором случае будет происходить увеличение длины волны почти вдвое, а в первом случае всего лишь на 30%.

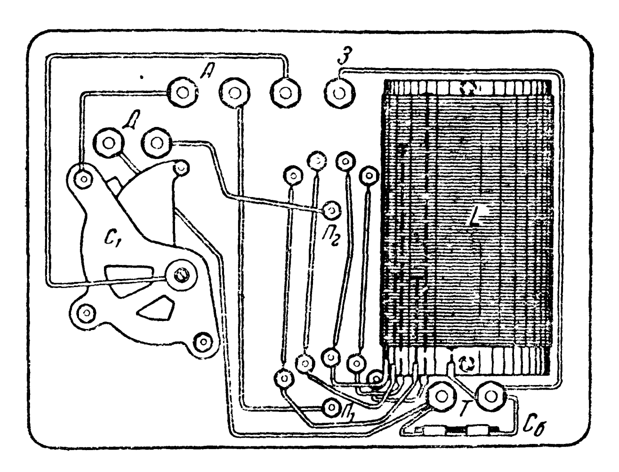
Таким образом, слишком большая антенна изменяет диапазон приемника и нарушает его настройку; в отношении же слышимости большая антенна никаких заметных улучшений по сравнению с нормальной не дает. Поэтому всегда нужно стремиться устанавливать нормальные антенны, т. е. такие, у которых на горизонтальную часть и снижение вместе уходит не более 40—60 *м* провода. Тогда всякий правильно рассчитанный приемник даст плавную и непрерывную настройку во всем радиовещательном диапазоне.

Мы говорили только о емкости, которой обладает антенна, и о том, какое влияние может оказать эта емкость на настройку приемного контура. Но, кроме емкости, всякий проводник обладает индуктивностью, следовательно, и антенна обладает некоторой собственной индуктивностью. Величина индуктивности нормальной любительской антенны составляет 50—100 *мкгн*. Как же влияет эта индуктивность на настройку приемного контура? Чтобы упростить вопрос, мы предположим, что вся индуктивность, которой обладает антенна, сосредоточена в одном месте антенны (а не распределена вдоль всей антенны, как это имеет место в действительности). Мы будем, следовательно, считать, что сама антенна не обладает индуктивностью, но что зато к нижнему концу антенны присоединена катушка, причем индуктивность этой катушки равна индуктивности самой антенны. Мы должны считать, что эта катушка включена не между зажимами «антенна» и «земля» приемника, как мы считали включенной емкость антенны, а включена последовательно в провод антенны. Разница в «способе включения» собственных емкости и индуктивности антенны обусловлена тем, что в первом случае играет роль взаимная емкость между антенной и землей, а во втором случае — индуктивность самого провода антенны. Вследствие этого различия в «способах включения» емкость антенны мы можем включать в колебательный контур либо последовательно, либо параллельно с емкостью самого контура; собственная же индуктивность антенны всегда оказывается включенной последовательно с индуктивностью колебательного контура. Следовательно, индуктивность антенны как в схеме средних волн, так и в схеме длинных волн оказывается включенной в контур последовательно с индуктивностью контура, и общая индуктивность всего контура равна сумме обеих индуктивностей. Таким образом, влияние собственной индуктивности антенны сводится к тому, что она все время прибавляется к индуктивности контура.



Фиг. 72. Приемник с секционированной катушкой и конденсатором переменной емкости.

Это нужно будет учитывать при рассмотрении вопроса об изменениях настройки, которые может дать вариометр, так как постоянная индуктивность антенны суживает пределы, в которых происходит относительное изменение индуктивности приемного контура (так же как постоянная емкость, включенная параллельно с конденсатором переменной



Фиг. 73. Монтажная схема приемника с секционированной катушкой и конденсатором переменной емкости.

емкости, суживает относительные пределы, в которых изменяется емкость всего контура). Поэтому, хотя в самом вариометре можно получить изменения индуктивности в 10—12 раз, что соответствует изменениям длины волны в 3—3,5 раза, но в приемном контуре вариометр даст изменение волны обычно не более, чем в 2—2,5 раза.

Принципиальная схема детекторного приемника с конденсатором переменной емкости и с секционированной катушкой изображена на фиг. 72. Катушка приемника, кроме отводов для настройки, имеет отводы для изменения величины детекторной связи.

Катушка — цилиндрического типа наматывается на каркасе диаметром 7 *см* и длиной 12 *см* проводом 0,5—0,6 *мм* в эмалевой изоляции. Число витков — 170. Отводы делаются от 35-го, 70-го, 100-го и 130-го витков.

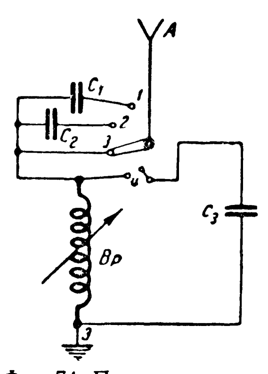
Монтажная схема этого приемника приведена на фиг. 73.

26. ПРИЕМНИК С ВАРИОМЕТРОМ

Для получения плавной настройки приемника нужно, чтобы изменялась плавно или емкость, или индуктивность приемного контура. Мы описали выше приемники, в которых непрерывная настройка получается при помощи плавно изменяющейся емкости, т. е. при помощи конденсатора переменной емкости.

Рассмотрим теперь приемники, в которых непрерывная настройка получается при помощи плавно меняющейся индуктивности, т. е. вариометра.

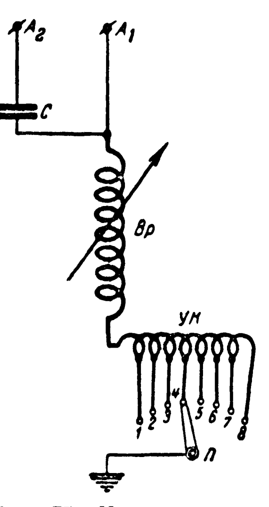
Как мы только что говорили, вариометр может дать изменение длины волны приемного контура не более, чем в 2—2,5 раза. Так, например, если при наименьшей индуктивности (начальное положение) вариометр дает длину волны в 300 *м*, то при наибольшей индуктивности (конечное положение) он может дать волну в 600—750 *м*. Поэтому для получения радиовещательного диапазона волн от 180 до 1 800 *м* нужно, как и в случае конденсатора переменной емкости, добавить к вариометру еще конденсаторы постоянной емкости или добавочную катушку индуктивности. Схема, в которой использован первый из этих двух способов (добавочные конденсаторы), изображена на фиг. 74. Кроме вариометра *Вр*, этот приемник снабжен для настройки тремя конденсаторами C_1, C_2 и C_3 и переключателем. При помощи этого переключателя можно получить четыре различных диапазона настройки.



Фиг. 74 При правильном подборе конденсаторов C_1, C_2 и C_3 приемник перекрывает весь требуемый диапазон волн без провалов.

Когда переключатель стоит на контакте *1*, то контур приемника состоит из емкости антенны, конденсатора C_1 и вариометра *Вр*, включенных последовательно. Если переключатель переставить на контакт *2*, то в контур приемника входят: емкость антенны, конденсатор C_2 и вариометр *Вр*. Наконец, в положении *4*, когда ползунок переключателя замыкает сразу оба стоящих рядом и не соединенных между собой контакта, в контур приемника входят: емкость антенны и конденсатор C_3, включенный уже не последователь-

но, а параллельно. При правильном подборе величин емкостей C_1, C_2 и C_3 приемник перекрывает весь нужный диапазон волн без провалов. Отдельные участки диапазона намного перекрывают друг друга. Большое перекрытие между отдельными участками диапазона, как и в приемнике с конденсатором переменной емкости, необходимо на тот случай, если емкость антенны, к которой присоединен приемник, значительно отличается от нормальной. В таком случае, не будь между отдельными участками диапазона достаточно большого перекрытия, в настройке приемника могли бы оказаться провалы, а при большом перекрытии этого не случится даже при больших отклонениях в размерах антенны по сравнению с нормальной.

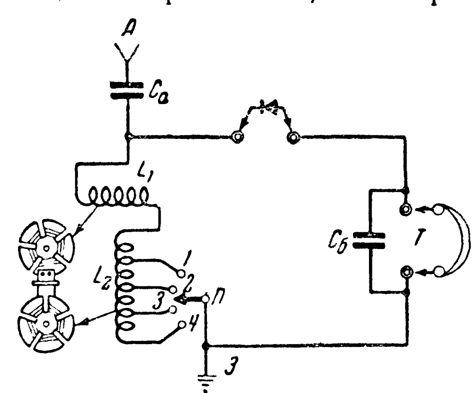


Фиг. 75. Удлинительная катушка помогает перекрыть требуемый диапазон волн.

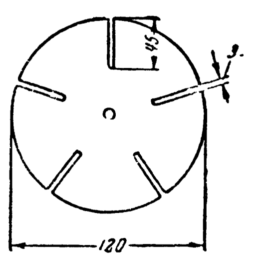
Иногда встречаются приемники с вариометром и добавочной катушкой индуктивности, которая называется «удлинительной» катушкой, потому что она служит для удлинения волн приемника.

Схема контура с вариометром и удлинительной катушкой приведена на фиг. 75. Она состоит из вариометра *Вр* и удлинительной катушки *Ук*, соединенных последовательно. Удлинительная катушка разделена на несколько секций (на фигуре этих секций восемь) и от конца каждой секции сделан отвод к одному из контактов переключателя *П*. При помощи переключателя можно включать в контур приемника любое число секций удлинительной катушки. Вариометр должен быть выбран таким образом, чтобы он вместе с антенной и первой секцией катушки (переключатель стоит на контакте *1*) давал самый короткий участок диапазона, т. е. волны примерно от 180 *м* при начальном положении вариометра (наименьшая индуктивность). Однако при большой емкости антенны, когда размеры ее намного больше нормальных, наименьшая волна, даваемая приемником, может оказаться больше 180 *м*. В этом случае антенну присоединяют не непосредственно к началу варио-

метра (зажим A_1), а через «укорачивающий» конденсатор C небольшой емкости 100—200 *см*, т. е. к зажиму A_2. При этом емкости антенны и конденсатора C оказываются включенными в приемный контур последовательно, и общая емкость будет меньше емкости C_1, т. е. примерно около 150 *см*, — не больше, чем емкость нормальной любительской антенны. Размер удлинительной катушки и число ее секций выбираются так, чтобы приемник давал весь диапазон волн (200—2 000 *м*) без провалов. Очевидно, что размер удлинительной катушки и чи-



Фиг. 76. Схема приемника с вариометром из корзиночных катушек.



Фиг. 77. Форма и размеры каркаса для корзиночной катушки.

сло ее секций зависят от типа примененного вариометра. Чем больше изменение индуктивности, даваемое вариометром при переходе от начального к конечному положению, тем меньше должно быть число секций в катушке, а при уменьшении числа секций упрощаются и схема и настройка приемника. Поэтому следует применять вариометры с возможно более широкими пределами изменений индуктивности.

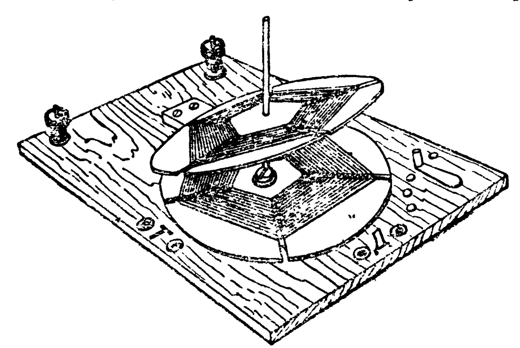
На фиг. 76 изображена принципиальная схема приемника с самодельным вариометром из корзиночных катушек. Катушки наматываются на каркасах из прессшпана или фанеры Форма и размеры каркасов (в миллиметрах) изображены на фиг. 77.

Намотка катушек производится проводом 0,2—0,25 *мм*. Катушка L_1 состоит из 75 витков, а катушка L_2 — из 225 витков с отводами от 75-го, 125-го и 175-го витков.

Внешний вид приемника изображен на фиг. 78.

Рассмотренные приемники с конденсаторами переменной емкости и вариометрами являются наиболее типичными из

всех применяемых на практике. Поэтому мы не будем рассматривать некоторые другие, сравнительно редко применяемые схемы, которые к тому же являются лишь видоизменениями рассмотренных выше. Однако следует рассмотреть еще некоторые методы плавного изменения индуктивности, которые теперь применяются для настройки приемников.

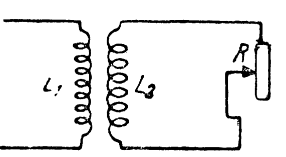


Фиг. 78. Внешний вид приемника с вариометром из корзиночных катушек.

Правда, эти методы по причинам, которые будут указаны ниже, мало пригодны для детекторных приемников, но в ламповых приемниках они применяются широко. Чтобы не возвращаться к вопросу о способах настройки, когда будет итти речь о ламповых приемниках, мы эти методы рассмотрим сейчас.

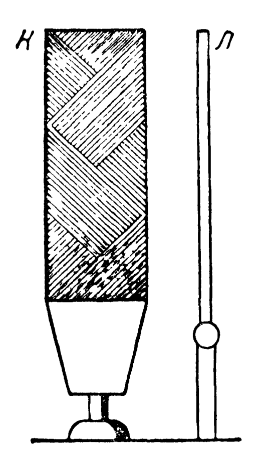
27. НАСТРОЙКА МЕТАЛЛОМ

Идея этого метода заключается в следующем. Если к какой-либо питаемой переменным током катушке индуктивности L_1 мы приблизим другую катушку L_2, замкнутую на сопротивление R (фиг. 79), то вследствие явления индукции в катушке L_2 также возникнет переменный ток. Амплитуда этого индуктированного тока зависит от соотношения между величиной индуктивности L_2 и сопротивления R. Если сопротивление велико, то амплитуда индуктированного тока будет мала. Если же сопротивление мало, то амплитуда индуктированного тока будет значительна, а



Фиг. 79. Индуктивность катушки уменьшается при уменьшении сопротивления.

направление его будет противоположно направлению индуктирующего тока, т. е. тока в катушке L_1. Но индуктированный ток будет создавать свое магнитное поле, которое будет направлено в сторону, противоположную магнитному полю катушки L_1. Поэтому магнитное поле катушки L_2 будет ослаблять магнитное поле катушки L_1 и тем в большей степени, чем сильнее ток индуктируется в катушке L_2. Таким образом, благодаря явлению взаимоиндукции магнитное поле вокруг катушки L_1, при приближении катушки L_2 и при уменьшении сопротивления R будет уменьшаться. Вместе с тем будет уменьшаться и индуктивность катушки L_1. Поэтому, плавно изменяя сопротивление R или расстояние между катушками, можно плавно изменять индуктивность катушки L_1. Вместо катушки L_2 можно взять листок металла с малым сопротивлением (медь, алюминий). В этом листке, так же как в катушке L_2, будет индуктироваться ток, магнитное поле которого противоположно току в катушке L_1, и вследствие этого при приближении металлического листка индуктивность катушки L_1 будет уменьшаться. Приближая и удаляя листок *Л* от катушки *К* (фиг. 80), мы можем плавно изменять индуктивность этой катушки в довольно широких пределах. Достоинство этого метода заключается в его простоте; основной же его недостаток состоит в том, что на создание тока в металле затрачивается некоторая доля энергии, и поэтому приближение листка увеличивает затухание колебаний в контуре (как бы повышает сопротивление контура), что, как мы увидим, весьма невыгодно отражается на качествах приемника.

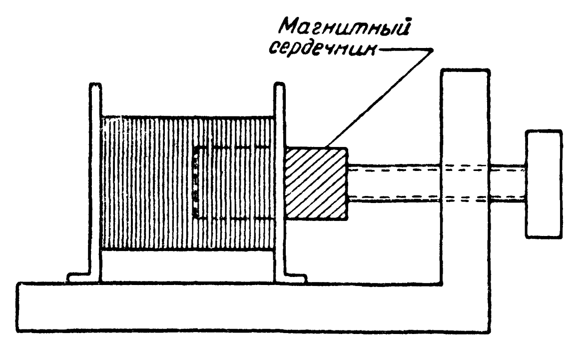


Фиг. 80. При приближении металлического листка индуктивность катушки уменьшается.

28. НАСТРОЙКА ФЕРРОМАГНИТНЫМ СЕРДЕЧНИКОМ

Как известно, магнитное поле, создаваемое катушкой индуктивности, усиливается, если внутрь катушки ввести сердечник из ферромагнитного (т. е. сильно намагничивающегося) материала, например стали. Но если при данной

силе тока в катушке магнитное поле ее стало сильнее, то, значит, увеличилась и ее индуктивность. Таким образом, введение в катушку ферромагнитного сердечника увеличивает ее индуктивность и тем больше, чем глубже вводится сердечник. Этим и пользуются для плавного изменения индуктивности катушек. Катушка снабжается передвижным сердечником, который при помощи какого-либо приспособления (обычно винта, пропущенного сквозь отверстие с резьбой в каркасе катушки) может больше или меньше вдвигаться в катушку (фиг 81) Этот метод, идея которого известна уже давно, не применялся раньше по следующей



Фиг. 81. При вдвигании ферромагнитного сердечника в катушку ее индуктивность увеличивается.

причине. Обычные ферромагнитные материалы, например сталь, вызывают большие потери энергии, если они внесены в магнитное поле высокой частоты Потери эти обусловлены тем, что часть энергии магнитного поля при быстром перемагничивании сердечника превращается в тепло. Поэтому стальные сердечники нельзя применять в катушках, по которым проходят токи высокой частоты, и их применяют только в цепях низкой частоты (например, в катушках телефона). Однако за последние годы были созданы новые ферромагнитные материалы — магнетит, карбонильное железо и др., которые не вызывают значительных потерь энергии в полях высокой частоты. Применение этих материалов позволило осуществить описанный выше принцип настройки передвижным сердечником, и сейчас он получил широкое распространение.

Все же даже и эти новые магнитные материалы вызывают некоторые потери энергии в полях высокой частоты.

Поэтому применять их в детекторных приемниках, так же как описанную в предыдущем параграфе настройку металлом, нецелесообразно. В ламповых же приемниках, где потери энергии легко могут быть скомпенсированы за счет энергии, доставляемой каскадами усиления с электронной лампой, оба этих метода настройки, в особенности настройка магнитным сердечником, получили широкое распространение.

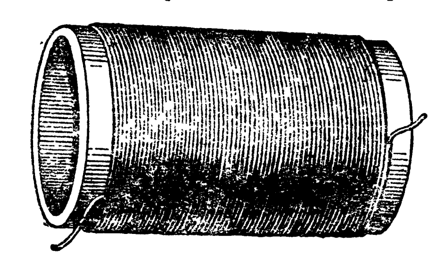
ГЛАВА СЕДЬМАЯ

ДЕТАЛИ ДЕТЕКТОРНЫХ ПРИЕМНИКОВ

29. УСТРОЙСТВО КАТУШЕК ИНДУКТИВНОСТИ

Катушки индуктивности — одна из самых распространенных деталей в радиоустановках.

В детекторных приемниках чаще всего применяются однослойные цилиндрические катушки, наматываемые на каркасе из прессшпана (фиг. 82). В целях повышения влагостойкости прессшпановый каркас пропитывается парафином или бакелитовым лаком. Намотка может производиться любым обмоточным проводом, например проводом в эмалевой изоляции (ПЭ), проводом в эмалевой и одинарной шелковой изоляции (ПЭШО) и др. Катушки детекторных приемников наматывают проводом сравнительно большого диаметра, например 0,5—0,8 *мм*. Делают это с целью уменьшения потерь в колебательном контуре и повышения избирательности приемника. Катушки ламповых приемников наматываются более тонким проводом (0,2—0,1 *мм*). Намотка обычно производится вплотную, т. е. соседние витки касаются друг друга.



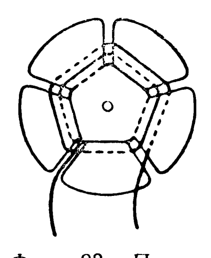
Фиг. 82. Цилиндрическая катушка наматывается на каркасе из прессшпана.

Кроме однослойных цилиндрических катушек, в детекторных приемниках применяются также корзиночные и сотовые катушки.

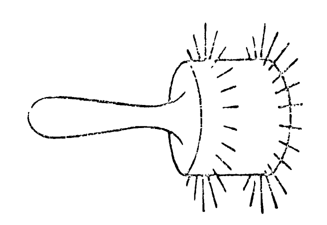
Корзиночные катушки наматываются на прессшпановый или фанерный каркас, представляющий собой плоский диск

с нечетным числом (обычно пять или семь) радиальных прорезов (фиг. 77). Намотка ведется все время в одном направлении, но провод поочередно проходит то с одной, то с другой стороны каркаса (фиг. 83).

Сотовые катушки относятся к катушкам бескаркасного типа. Намотка их производится при помощи специальной

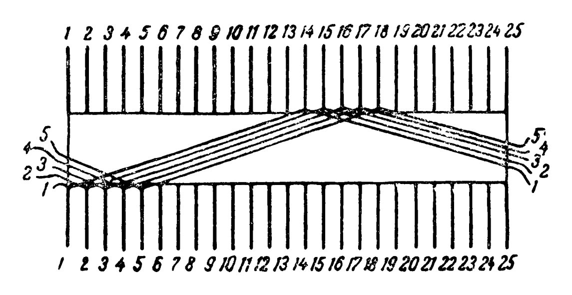


Фиг. 83. Провод проходит то с одной, то с другой стороны каркаса.



Фиг. 84. Сотовая катушка наматывается при помощи специального шаблона с двумя рядами шпилек.

цилиндрической болванки диаметром около 50 *мм* с вбитыми в нее двумя рядами шпилек (фиг. 84). Число шпилек в каждом ряду должно быть нечетным; обычно оно равно 25. На фиг. 85 изображена развернутая схема намотки



Фиг. 85. Провод идет через 13 шпилек на 14-ю.

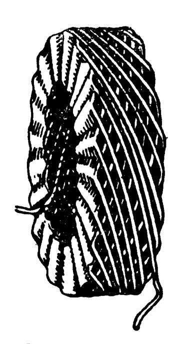
сотовой катушки. Из этой схемы видно, что провод от шпильки *1* в первом ряду идет к шпильке *14* во втором ряду, к шпильке *2* в первом ряду и т. д.

Для удобства снятия катушки с каркаса и для придания ей бóльшей жесткости перед намоткой на каркас между шпильками кладут полоску прессшпана.

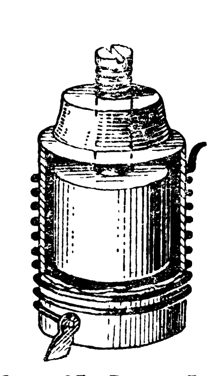
Намотанная сотовая катушка изображена на фиг. 86.

В ламповых приемниках применяются катушки с сердечником из прессованного железного порошка (магнетита). Катушки с магнетитовым сердечником применяются в тех случаях, когда необходимо производить подстройку колебательного контура на заданную частоту. Подстройка осуществляется путем вдвигания или выдвигания магнетитового сердечника катушки. Конструкция катушки с магнетитовым сердечником изображена на фиг. 87.

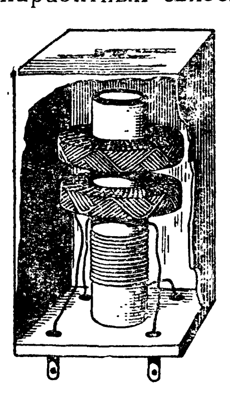
В ламповых приемниках с большим числом колебательных контуров приходится во избежание паразитных связей



Фиг. 86. Сотовая катушка намотана.



Фиг. 87. Внутри катушки находится магнетитовый сердечник.



Фиг. 88. Катушка помещена в алюминиевый экран.

помещать катушки в специальные экраны, изготовляемые обычно из алюминия. Конструкция катушки, заключенной в алюминиевый экран, изображена на фиг. 88.

Для целей уменьшения паразитных связей в ламповых приемниках применяют специальные катушки индуктивности, называемые дросселями высокой частоты. Основное требование, которое предъявляется к дросселям высокой частоты, — это минимальная междувитковая емкость, поэтому дроссели высокой частоты выполняются обычно в виде секционированных катушек, отдельные секции которых удалены друг от друга на некоторое расстояние. Обычно дроссели высокой частоты наматываются на специальные точеные каркасы с отдельными канавками в них для каждой секции.

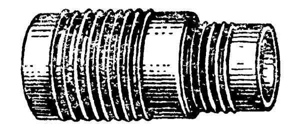
Общей формулы для расчета индуктивности катушки любого типа не существует. Катушки каждого типа рассчитываются по особым формулам. Однако можно наметить

общие для катушек любого типа зависимости. Например, индуктивность катушки прямо пропорциональна квадрату числа ее витков. Отсюда непосредственно следует, что если сделать отвод точно от середины катушки, то индуктивность между этим отводом и одним из концов катушки будет равна одной четвертой части общей индуктивности катушки.

Кроме того, индуктивность катушки увеличивается при увеличении ее диаметра и уменьшается при увеличении ее осевой длины. Следовательно, чем больше диаметр витков и чем больше витков приходится на единицу осевой длины катушки, тем больше будет ее индуктивность. Наилучшее соотношение между диаметром катушки и ее осевой длиной: $D = 2{,}5\ l$, т.е. когда диаметр катушки в два с половиной раза больше ее длины. Однако на практике, по конструктивным соображениям, длину катушки делают несколько больше ее диаметра.

30. УСТРОЙСТВО ВАРИОМЕТРА

Устройство вариометра основано на явлении взаимной индукции. Если две катушки, индуктивно связанные между собой, соединить последовательно, то их общая индуктивность будет зависеть не только от индуктивности каждой из катушек, но и от взаимного направления их витков. Если витки катушек будут расположены навстречу друг другу, то общая индуктивность будет уменьшена на величину взаимной индуктивности, а если направление витков в обеих катушках будет совпадать, то общая индуктивность будет увеличена на эту же самую величину.



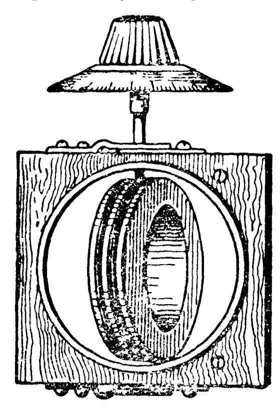
Фиг. 89. Простейший вариометр можно изготовить из двух цилиндрических катушек.

Таким образом, устройство, составленное из двух последовательно соединенных катушек, может играть роль переменной индуктивности, если в нем можно изменять либо взаимное расположение катушек, либо расстояние между ними. Такое устройство называется вариометром.

Простейший вариометр состоит из двух цилиндрических катушек, вдвигающихся одна в другую (фиг. 89). В этом вариометре направление витков остается неизменным, а изменяется только взаимная индуктивность между катушками.

По этому же принципу устроен вариометр из корзиночных катушек, описанный в предыдущей главе (§ 26).

Очень распространенным типом вариометра является вариометр с вращающейся внутренней катушкой (фиг. 90).



Фиг. 90. Вариометр с вращающейся внутренней катушкой.

В вариометре этого типа изменяется не только величина взаимной индуктивности, но и взаимное направление витков, отчего пределы изменения индуктивности расширяются вдвое.

Таким же образом можно изготовить вариометр из сотовых катушек.

81. ИЗГОТОВЛЕНИЕ КАТУШЕК

Опишем способ изготовления наиболее часто применяемой в детекторных приемниках цилиндрической однослойной катушки.

Мы уже упоминали, что для изготовления каркаса катушки лучше всего использовать прессшпан. Из прессшпана необходимо вырезать полосу шириной, равной длине будущей катушки, и длиной, равной шести-семи диаметрам. Например, если требуется изготовить катушку длиной 120 и диаметром 60 *мм*, то следует вырезать из прессшпана полосу длиной 360—420 и шириной 120 *мм*.

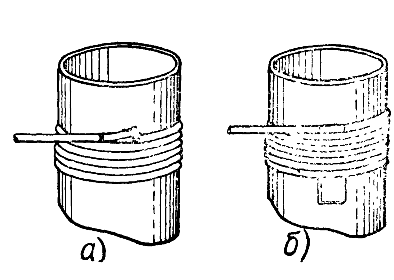
Затем следует изготовить деревянный цилиндрический шаблон диаметром на 4—5 *мм* меньше диаметра будущей катушки. В нашем примере диаметр шаблона будет равен 55—56 *мм*. Длина шаблона должна быть на 1—2 *см* больше длины катушки. Перед изготовлением каркаса шаблон обертывается двумя-тремя слоями газетной бумаги, чтобы прессшпановый каркас не прикасался к шаблону.

Прессшпановая полоса, изготовленная для каркаса, слегка зачищается по всей поверхности стеклянной шкуркой для более прочной склейки. На концах полосы делаются косые срезы, для того чтобы после склеивания не было ступенек на внутренней и внешней сторонах каркаса в местах, где будут находиться концы полосы.

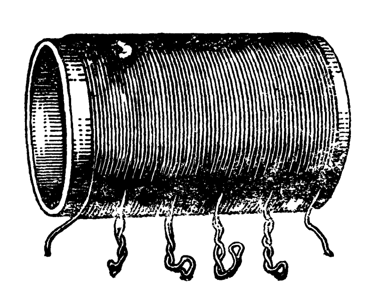
Затем прессшпановая полоса с внутренней стороны смазывается столярным клеем, плотно обертывается вокруг шаблона и туго обматывается какой-нибудь тесьмой. Сушка полосы на болванке должна происходить около суток. По

окончании сушки каркас пропитывают расплавленным парафином или бакелитовым лаком. Парафин следует плавить не на огне, а опустить сосуд с ним в другой сосуд бо́льшего размера, наполненный водой, и подогревать на огне уже этот последний сосуд.

Пропитку парафином следует производить не только для улучшения диэлектрических свойств каркаса, но из чисто конструктивных соображений. Дело в том, что непропитанный прессшпан довольно гигроскопичен (легко поглощает



Фиг. 91. Концы закрепляются при помощи отверстий в каркасе или при помощи полоски кембрика.



Фиг. 92. Отводы делаются в виде петель.

влагу из воздуха). Поглощая влагу из воздуха, он несколько разбухает и растягивает витки катушки, которые после высыхания каркаса будут сползать с него.

Каркас катушки можно изготовить и из плотной бумаги, намотав ее в шесть-восемь слоев, с проклейкой каждого слоя.

Провод для изготовления катушки можно взять с любой изоляцией (эмалевой, бумажной или шелковой). Диаметр провода следует выбирать в зависимости от требуемого числа витков на сантиметр длины намотки. Для детекторных приемников диаметр провода следует брать побольше (0,5—0,8 *мм*).

Можно вести намотку и голым проводом (без изоляции), но при этом между витками провода следует укладывать суровую нитку или тонкий шпагат, который после окончания намотки следует удалить, а витки катушки закрепить каким-нибудь лаком.

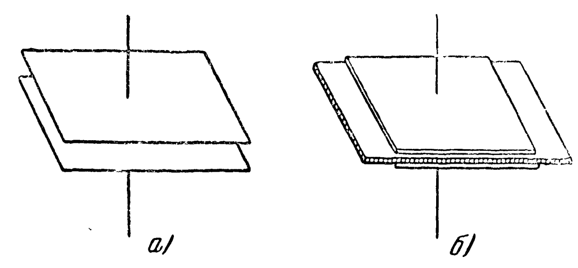
Закрепление начала и конца провода производится либо путем пропускания его через два близко расположенные

отверстия в каркасе (фиг. 91,*а*), либо при помощи полоски ткани или кембрика, согнутой в виде петли (фиг. 91,*б*).

Отводы делаются в виде петель и скручиваются по всей длине (фиг. 92).

32. УСТРОЙСТВО КОНДЕНСАТОРОВ ПОСТОЯННОЙ И ПЕРЕМЕННОЙ ЕМКОСТИ

Конденсаторами называются приборы, в которых происходит накопление энергии электрического поля. В радиоприемниках конденсаторы составляют около половины всех деталей и выполняют весьма разнообразные задачи. В детекторном приемнике, как мы уже видели, конденсаторы используются для настройки приемника (конденсатор коле-



Фиг. 93. Для увеличения емкости между пластинами конденсатора помещают диэлектрик.

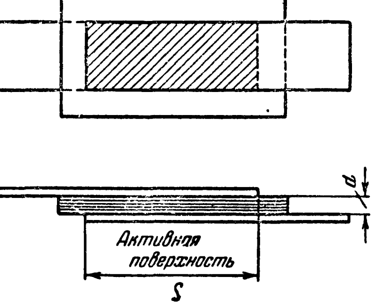
бательного контура) и для пропускания токов высокой частоты мимо телефона (блокировочный конденсатор). В ламповых радиоприемниках конденсаторы, кроме указанных выше целей, применяются для связи приемника с антенной и отдельных электрических цепей приемника между собой, для сглаживания пульсации выпрямленного тока, для предотвращения паразитных связей между отдельными каскадами приемника через источники питания и сеточного смещения, для коррекции частотных искажений и в ряде других случаев.

В зависимости от назначения конденсатора в радиоприемнике к нему предъявляются те или иные требования. Конденсатор колебательного контура не должен вносить в него значительные потери, чтобы не ухудшать остроты настройки приемника; конденсатор фильтра питания должен иметь довольно большую емкость, чтобы хорошо сглажи-

вать пульсацию выпрямленного тока; конденсаторы, стоящие в цепях высокого напряжения, должны иметь большое пробивное напряжение.

Конденсаторы изготовляются самых различных емкостей: от нескольких микромикрофарад до нескольких десятков микрофарад, так как при конструировании радиоаппаратуры требуются самые различные емкости.

В самом простейшем виде конденсатор состоит из двух параллельных металлических пластин, разделенных слоем воздуха (фиг. 93,а). Емкость такого конденсатора тем больше, чем больше поверхность пластин и чем меньше расстояние между ними. Для увеличения емкости конденсатора между его пластинками помещают какой-либо диэлектрик (фиг. 93,б). Диэлектрик характеризуется так называемой диэлектрической проницаемостью; чем она больше, тем больше емкость конденсатора. Например, слюдяной диэлектрик увеличивает емкость конденсатора в шесть-семь раз по сравнению с воздушным диэлектриком, так как диэлектрическая проницаемость воздуха равна единице, а диэлектрическая проницаемость слюды — около шести-семи.



Фиг. 94. Активная поверхность заштрихована.

Емкость плоского конденсатора, состоящего из двух пластин (фиг. 94), при условии, что расстояние между пластинами мало по сравнению с размерами пластин, можно определить по следующей формуле:

$$C = 0{,}09 \frac{\varepsilon S}{d},$$

где C — емкость конденсатора, *мкмкф*;

S — активная площадь пластин, *см*²;

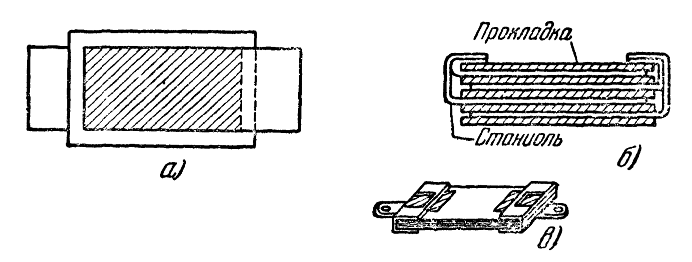
ε — диэлектрическая проницаемость диэлектрика, разделяющего пластины;

d — расстояние между пластинами или, что то же, толщина диэлектрика, *см*,

Например, емкость конденсатора, состоящего из двух пластин площадью по 10 $см^2$ при толщине слюдяного диэлектрика в 0,01 *см* равна

$$C = 0{,}09\,\frac{\varepsilon S}{d} = 0{,}09\,\frac{10\cdot 7}{0{,}01} = 630 \text{ мкмкф}.$$

Для получения большей емкости необходимо соответственно увеличивать площадь пластин. Однако на практике для увеличения емкости конденсатора идут не по пути увеличения площади пластин, а по пути увеличения их числа.



Фиг. 95. Устройство слюдяного конденсатора.

Устройство конденсатора из нескольких пластин (обкладок) изображено на фиг. 95. Емкость такого конденсатора можно подсчитать по формуле

$$C = 0{,}09\,\frac{\varepsilon\,(n-1)\,S}{d},$$

где C, ε, S и d — те же величины, что и в предыдущей формуле, а n — число пластин (обкладок).

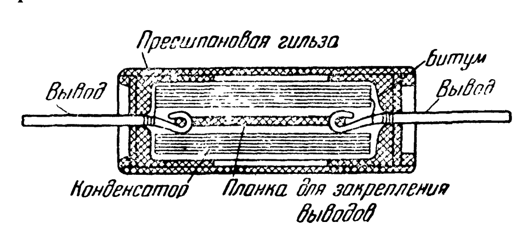
Например, конденсатор с такими же обкладками, что и в предыдущем примере, и с такой же толщиной слюдяного диэлектрика, но не с двумя пластинами, а с одиннадцатью, будет иметь емкость

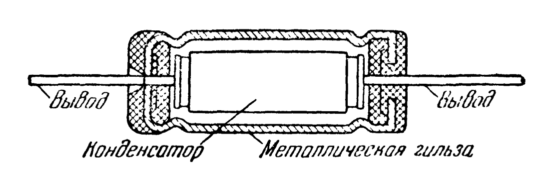
$$C = 0{,}09\,\frac{\varepsilon\,(n-1)\,S}{d} = 0{,}09\,\frac{10\cdot 7\,(11-1)}{0{,}01} = 6\,300 \text{ мкмкф}.$$

Существует два основных вида конденсаторов: конденсаторы постоянной емкости и конденсаторы переменной емкости.

Конденсаторами постоянной емкости называются такие конденсаторы, емкость которых нельзя изменить, не нарушив их конструкции. Конденсаторы переменной емкости, наоборот, устроены таким образом, что их емкость можно по желанию изменять в некоторых пределах (обычно в 10—15 раз).

Конденсаторы постоянной емкости изготовляются с бумажным диэлектриком, со слюдяным диэлектриком и с керамическим диэлектриком. Кроме того, изготовляют еще электролитические конденсаторы, в которых диэлектриком является чрезвычайно тонкая оксидная пленка.





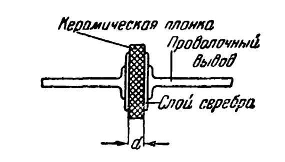
Фиг. 96. Устройство бумажных конденсаторов.

Конденсаторы с бумажным диэлектриком изготовляются емкостью от нескольких тысяч микромикрофарад до нескольких микрофарад. Обычная конструкция конденсаторов этого типа — намотка в спираль двух станиолевых лент с проложенными между ними лентами пропарафинированной бумаги. Для повышения влагостойкости конденсатор помещают в герметическую картонную или металлическую гильзу или коробку. Наружу выходят два металлических ушка или проволочки, соединенные со станиолевыми полосами. Устройство таких конденсаторов изображено на фиг. 96.

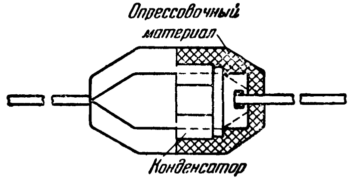
Конденсаторы со слюдяным диэлектриком изготовляются емкостью от нескольких микромикрофарад до нескольких тысяч микромикрофарад. Обкладки этих конденсаторов состоят из медной или алюминиевой фольги. Иногда вместо

фольги применяют нанесение на слюдяной диэлектрик тончайшего слоя серебра (конденсаторы «стабиль»). Вся конструкция обжимается железной или медной обоймой и запрессовывается в пластмассовую защитную оболочку. Устройство слюдяного конденсатора изображено на фиг. 97.

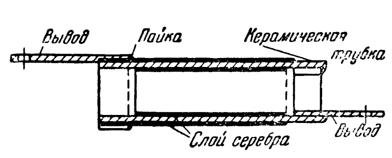
Конденсаторы с керамическим диэлектриком обладают большим постоянством емкости и малыми потерями. Они изготовляются емкостью от нескольких микромикрофарад до нескольких сотен микромикрофарад.



В качестве обкладок в конденсаторах этого типа служат два тонких слоя серебра, нанесенные на диэлектрик из керамического материала. Конструкция керамических конденсаторов бывает плоской и трубчатой (фиг. 98).



Фиг. 97. Опрессованный конденсатор.



Фиг. 98. Керамические конденсаторы.

Электролитические конденсаторы изготовляются емкостью от нескольких микрофарад до нескольких десятков и даже сотен микрофарад. Одной обкладкой электролитического конденсатора служит лента из алюминиевой фольги, скатанная в рулон, а другой обкладкой является электролит. Как уже было сказано выше, роль диэлектрика выполняет тончайший слой окиси алюминия на алюминиевой ленте. Вся конструкция заключается в алюминиевый стакан.

Электролитические конденсаторы можно включать только в цепи постоянного пульсирующего тока, соблюдая при этом полярность. При неправильном включении конденсатора он разрушается. Устройство электролитического конденсатора изображено на фиг. 99.

Конденсаторы переменной емкости состоят обычно из двух систем жестких металлических пластин, диэлектриком между которыми служит воздух. Одна система пластин

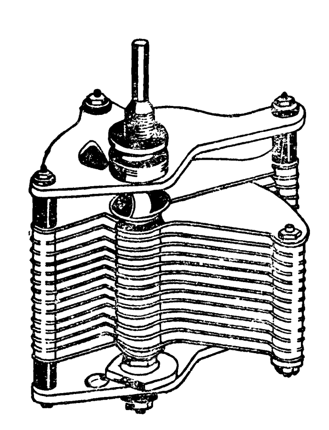
укрепляется неподвижно (статор), а другая (фиг. 100) на вращающейся оси (ротор). Вращая ось, можно вводить в промежуток между неподвижными пластинами бо́льший или меньший сектор подвижных пластин. При выведенном роторе конденсатор имеет наименьшую емкость, а при введенном — наибольшую.

В некоторых случаях для увеличения максимальной емкости в конденсатор вводят твердый диэлектрик. Такие конденсаторы, в отличие от конденсаторов переменной емкости с воздушным диэлектриком, называются конденсаторами переменной емкости с твердым диэлектриком.

Разновидностью конденсаторов переменной емкости являются подстроечные конденсаторы. Подстроечными конденсаторами называются такие конденсаторы, емкость которых можно изменять только при регулировке приемника после его изготовления или ремонта. В процессе же нормальной эксплоатации приемника емкость этих конденсаторов не изменяют.

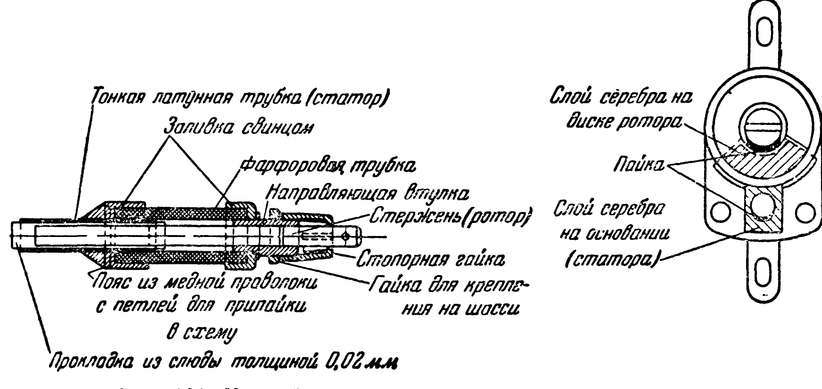
Контактный лепесток-анодный вывод
Эбонитовая шайба
Заливка битумом
Пресшпановая шайба
Алюминиевый корпус-катодный вывод
Анод-алюминиевая лента, намотанная вместе с фильтровальной бумагой, пропитанной электролитом, в общую спираль

Фиг. 99. Электролитический конденсатор.



Фиг. 100. Конденсатор переменной емкости.

Подстроечные конденсаторы обычно имеют максимальную емкость не больше 30 *мкмкф*, поэтому размеры их невелики. Конструкции подстроечных конденсаторов весьма разнообразны. Общей чертой для всех подстроечных конденсаторов является то, что изменение емкости производится, как правило, при помощи отвертки, а не при помощи



Фиг. 101. Устройство полупеременных конденсаторов.

ручки. Конструкция наиболее распространенных подстроечных конденсаторов изображена на фиг. 101.

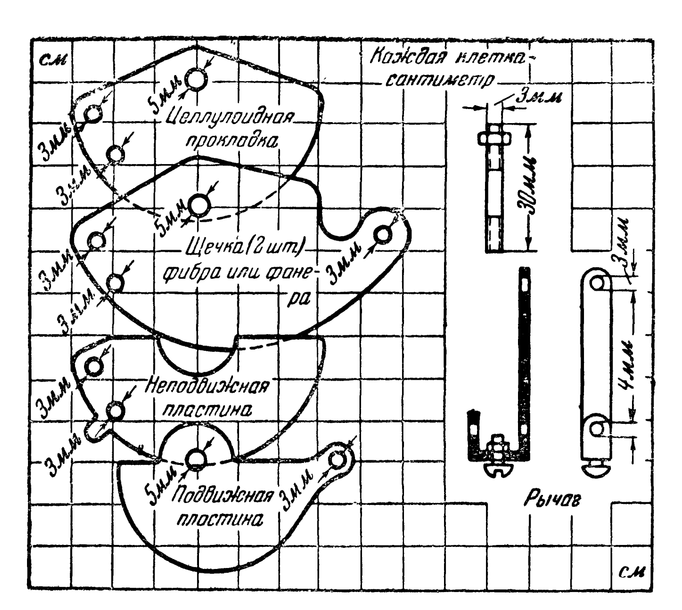
33. САМОДЕЛЬНЫЕ КОНДЕНСАТОРЫ

Конденсаторы, так же как и катушки, можно изготовить своими силами.

Наиболее просто изготовить конденсатор постоянной емкости. Для его изготовления нужно иметь станиоль, слюду, прессшпан и немного листовой меди или латуни. Листочки слюды толщиной примерно 0,3 *мм* вырезаются в виде прямоугольников размерами 20 $\times$ 35 *мм*. Листочки станиоля (оловянная или алюминиевая бумага — например, в которую обертывается шоколад) нарезаются полосками размерами 15 $\times$ 40 *мм*. Способ сборки конденсатора показан на фиг. 95; листочки слюды и полоски станиоля чередуются между собой, причем все четные полоски станиоля выводятся в одну сторону, а все нечетные — в другую. Конденсатор только из двух полосок станиоля будет иметь емкость около 100 *мкмкф*. Прибавление каждой следующей полоски станиоля будет увеличивать его емкость также приблизительно на 100 *мкмкф*. Таким образом, конденсатор с тремя станио-

левыми полосками будет иметь емкость 200 *мкмкф*, с четырьмя полосками — около 300 *мкмкф* и т. д.

С обеих сторон на конденсатор накладываются прессшпановые щечки размером 35 × 20 *мм*, и вся конструкция



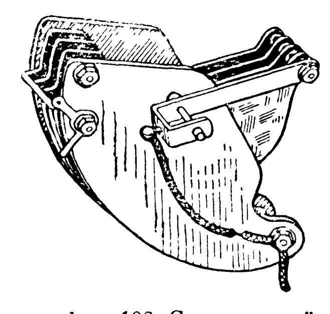
Фиг. 102. Детали самодельного конденсатора переменной емкости.

обжимается двумя латунными обоймами, устройство которых ясно из фиг. 95.

Изготовление конденсатора переменной емкости значительно сложнее. Материал для изготовления такого конденсатора: листовой цинк или листовая латунь толщиной 0,2—0,3 *мм*, листовой целлулоид или целлофан, медная проволока диаметром 0,5 *мм*, медная проволока диаметром 3—4 *мм* и листовой эбонит, текстолит, гетинакс, стекло или фанера толщиной около 3—4 *мм*.

Пластины и целлулоидные прокладки конденсатора вырезаются ножницами по чертежу на фиг. 102, на котором каждая клетка соответствует 1 *см*². На этом же чертеже изображена форма эбонитовых щечек конденсатора, болтиков и латунного рычага для подвижных пластин.

Болтики для сборки статора изготовляются из медной проволоки диаметром 3—4 *мм*; на концах их делается нарезка для закрепления щечек. Шайбы для прокладывания между пластинками изготовляются из медной проволоки диаметром около 0,5 *мм*. Для этого проволока навивается виток к витку на круглый стержень (например, на гвоздь) диаметром 4—5 *мм*. Число витков должно быть равно числу шайб, которые нужно изготовить. Затем вся навитая спираль распиливается вдоль стержня, в результате чего получаются колечки из проволоки, которые и будут служить в качестве шайб.



Фиг. 103. Самодельный конденсатор.

Ось ротора изготовляется из медной проволоки диаметром 4 *мм*.

Сборка начинается с того, что на одном конце оси ротора закрепляют рычаг при помощи винта, шпильки или путем припаивания. Свободный конец оси пропускают через среднее отверстие в одной из щечек. Через другие отверстия этой же щечки и через свободное отверстие на конце рычага пропускают приготовленные болтики, на один из концов которых предварительно навернуты гайки. На болтики и на ось надевают по шайбе и накладывают сначала неподвижную пластинку, затем прокладку, шайбочки, подвижную пластину, снова прокладку и т. д. Первая пара пластин образует емкость около 30 *мкмкф*, затем добавление каждой следующей пластины (как подвижной, так и неподвижной) будет увеличивать емкость еще приблизительно на 30 *мкмкф*. Положив необходимое число пластин, надевают на болтики и ось вторую щечку и закрепляют болтики гайками. Предварительно на свободный от пластин болтик между щечками надевается необходимое число шайбочек.

Остальные детали конструкции ясны из фиг. 103.

Для самостоятельного изготовления конденсатора переменной емкости можно воспользоваться также кассетной конструкцией, в которой система подвижных пластин вдвигается в систему неподвижных аналогично крышке кассеты фотографического аппарата.

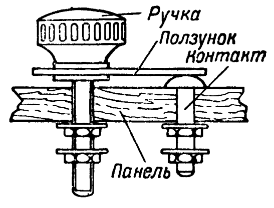
ГЛАВА ВОСЬМАЯ

МОНТАЖ ДЕТЕКТОРНЫХ ПРИЕМНИКОВ

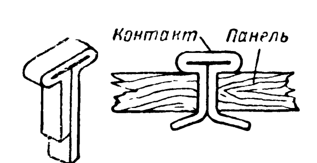
34. САМОДЕЛЬНЫЕ МЕЛКИЕ ДЕТАЛИ

Кроме катушек и конденсаторов постоянной и переменной емкости, в детекторном приемнике имеются различные мелкие детали: переключатели, гнезда, зажимы и пр. Эти детали также можно изготовить самому.

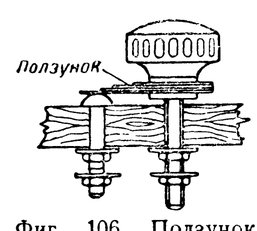
Переключатель легче всего изготовить ползункового типа. Такой переключатель состоит из ползунка и необходимого числа контактов (по числу отводов катушки). Переключатель ползункового типа изображен на фиг. 104. Контакты для такого переключателя можно изготовить из канцелярских скрепок с круглыми головками, из шурупов по дереву или просто из полоски латуни или жести, как показано на фиг. 105. Ползунок можно изготовить из листовой латуни толщиной 1—2 *мм*. Для придания ползунку бо̀льшей упругости его нужно отковать молотком. Для этой же цели вдоль ползунка можно выбить желобок при помощи зубила или какого-нибудь другого инструмента.



Фиг. 104. Переключатель ползункового типа.



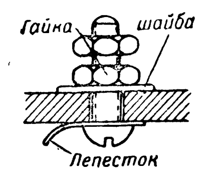
Фиг. 105. Контакты для переключателя можно изготовить из полоски латуни.



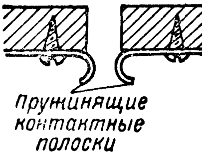
Фиг. 106. Ползунок сделан из тонкой латуни.

В случае, если для изготовления ползунка берется очень тонкая латунь, рекомендуется изготовить его из трех-четырех полосок. При этом конструкция ползунка будет напоминать конструкцию вагонной рессоры: первая (рабочая) полоска делается самой длинной, полоска, лежащая на ней,— короче, следующая еще короче и т. д. (фиг. 106).

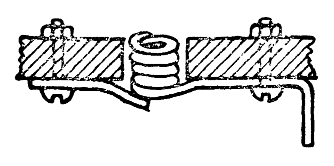
В качестве зажимов для присоединений антенны и заземления можно использовать любые подходящие болтики с гайками, вставив их в панель не сверху вниз, как обычно, а снизу вверх (фиг. 107).



Фиг. 107. Самодельный зажим из обычного болтика.



Фиг. 108. Гнездо из двух латунных полосок.



Фиг. 109. Гнездо из медной проволоки.

Гнезда для детектора и для телефонных трубок изготовляются следующим образом. В панели приемника просверливаются отверстия такого диаметра, чтобы вилки детектора и телефона могли входить в них без особого труда. С снижней стороны панели возле каждого отверстия прикрепляются пружинящие контактные полоски из латуни, к которым и припаиваются провода схемы. (фиг. 108). Можно изготовить гнезда и из медной проволоки, намотав ее в виде спирали такого диаметра, чтобы штепсельная вилка входила в нее с трением (фиг. 109). Витки спирали следует пропаять.



Фиг. 110. Держатель для детектора из подручных материалов.

Держатель для детектора можно изготовить из тех же материалов: медной проволоки и латунной полоски. Устройство его вполне ясно из фиг. 110.

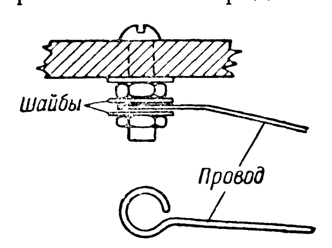
35. ПРАВИЛА МОНТАЖА

Детекторный приемник лучше всего смонтировать на горизонтальной панели, которая является одновременно крышкой приемника. Панель может быть изготовлена из фанеры, эбонита, гетинакса, текстолита и пр. При изготовлении панели из фанеры желательно ее пропитать расплавленным парафином.

Детали детекторного приемника должны быть размещены на панели так, чтобы доступ к ним был удобным. При раз-

мещении деталей детекторного приемника следует руководствоваться тем, чтобы все соединения между ними были, по возможности, короче. Кроме того, необходимо учитывать удобство пользования приемником. Нельзя, например, располагать детали таким образом, чтобы детектор был ближе к передней стенке, чем телефонные гнезда. При таком неудачном размещении шнур телефонных трубок будет часто задевать за детектор и сбивать установленную рабочую точку.

Наконец, имеет некоторое значение и симметричность расположения деталей на панели. Приемник с беспорядочно размещенными деталями будет иметь неряшливый вид.



Фиг. 111. Петля на проводе делается по направлению винтовой нарезки.

Все детали должны быть укреплены на панели как можно более прочно. Дело в том, что со временем, в результате высыхания дерева, в результате различных сотрясений и от других причин недостаточно прочные крепления разбалтываются, и приемник может перестать работать.

Во избежание неприятностей такого рода необходимо все соединения пропаивать, а на все винтовые соединения навинчивать по второй гайке (контргайке) или закреплять гайки на резьбе при помощи капли краски.

Все соединения деталей детекторного приемника между собой можно производить проводом с изоляцией или без нее. Диаметр провода не следует брать слишком тонким. Лучше всего подходит для этой цели провод диаметром 0,8—1,5 *мм*. При монтаже голым проводом необходимо в местах пересечения проводов принять меры против их случайного касания. Для этого на провода в местах их пересечения следует надеть изоляционные трубки или сделать монтаж достаточно жестким. В местах присоединения монтажного провода под гайки необходимо на конце провода делать охватывающий крючок по направлению винтовой нарезки, а не против нее. Конец провода, согнутый охватывающим крючком (фиг. 111), следует хорошо зачистить шкуркой или напильником. Между проводом и гайкой рекомендуется проложить шайбы.

36. ПАЙКА

Без пайки нельзя изготовить надежно действующий приемник. Если места соединений проводников между собой и с деталями не пропаяны или пропаяны плохо, то они будут служить не только источниками бесчисленных тресков и шорохов, мешающих слушать радиопередачу, но и причиной частых неисправностей приемника. Плохие контакты — это самые коварные враги всякого радиолюбителя. Обнаружить неисправность в приемнике, причиной которой являются плохие или ненадежные контакты, настолько трудно, что некоторые радиолюбители называют радиотехнику «наукой о контактах».

Поэтому каждый радиолюбитель должен не только уметь хорошо паять, но и всегда пользоваться этим искусством при монтаже приемника, не разрешая себе, ради кажущейся экономии времени, монтировать приемник без пайки.

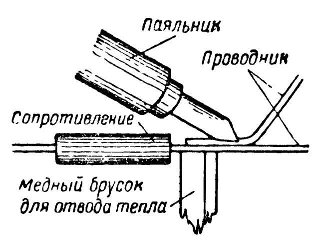
Для пайки можно пользоваться как электрическим, так и обычным паяльником, однако первый, безусловно, удобнее. В качестве припоя всегда употребляется сплав олова со свинцом. Обычно олова берется от половины до $^2/_3$ (по весу), а свинца соответственно от $^1/_2$ до $^1/_3$.

Для очищения металлических поверхностей в месте спая от пленки окислов применяется канифоль, которую можно применять в твердом виде и в виде ее раствора в обычном или денатурированном спирте. Канифоль растворяется в спирте довольно медленно, поэтому такой раствор лучше всего заготовлять заранее и держать в склянке с плотно закрытой пробкой.

Рабочие поверхности паяльника должны быть обязательно залужены, т. е. покрыты тонким слоем припоя. Прежде чем залудить рабочие поверхности паяльника, их следует гладко опилить напильником. Затем паяльник нагревают до такой температуры, чтобы при соприкосновении с ним маленькие кусочки припоя расплавлялись, и касаясь паяльником сначала куска канифоли, а затем натирая его палочкой припоя, производят залуживание. Залуживание идет успешно только тогда, когда паяльник нагрет до необходимой температуры. При недогреве паяльника припой плавится плохо, а при перегреве он плохо пристает к паяльнику.

Проводники и детали в местах пайки следует очищать шкуркой или напильником и не прикасаться после этого к очищенным местам руками. Перед пайкой зачищенные места деталей или проводников залуживают, для чего их

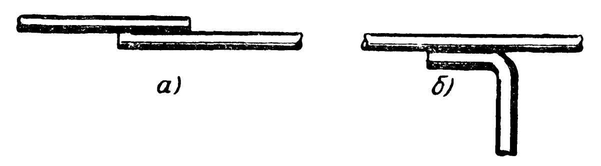
смачивают раствором канифоли, а затем нагретым паяльником прикасаются поочередно к куску канифоли, к припою и затем водят им по поверхности залуживаемого места. Припой должен покрыть ровным тонким слоем все зачищенное место. Успех этой операции обеспечивается, главным образом, надлежащим нагревом паяльника и хорошим прогревом проводника или детали.



Фиг. 112. При таком способе пайки сопротивление не испортится.

Многие детали, как, например, сопротивления, конденсаторы и др., имеют выводы в виде проводников длиной в несколько сантиметров. Иногда эти проводники оказываются слишком длинными, и возникает необходимость их укорочения. В этом случае, во избежание порчи деталей, залуживание и пайку производят с теплоотводом. Для теплоотвода между деталью и залуживаемым концом проводника к последнему прикасаются каким-либо массивным металлическим предметом, отводящим от него тепло и предохраняющим, таким образом, деталь от перегрева и порчи (фиг. 112).

При спайке двух или нескольких проводников необходимо обеспечить возможно бо́льшую площадь их соприкосновения в месте спая, в противном случае спайка будет очень непрочной. На фиг. 113 изображены наиболее распространенные способы соединения (спайки) проводников между собой.

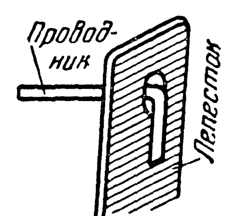


Фиг. 113. При пайке возможно большая часть поверхности проводников должна соприкасаться между собой.

При спайке проводника с лепестком детали конец проводника пропускается в отверстие лепестка и загибается в виде крючка (фиг. 114).

После того как проводники или детали, подлежащие пайке, залужены и механически соединены друг с другом,

нагретым паяльником касаются сначала куска канифоли, затем берут им каплю припоя и, приложив паяльник к месту спая, держат его в этом положении до тех пор, пока припой не зальет спаиваемое место. После этого паяльник отнимают и дают припою остыть. Во время остывания спаиваемые проводники или детали должны оставаться неподвижными. По окончании пайки следует убедиться в ее прочности, потянув несколько раз припаянный проводник.

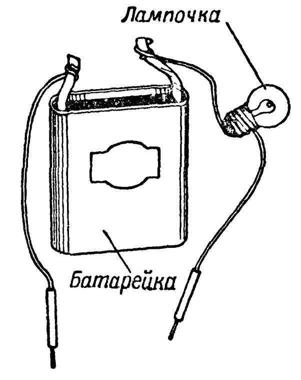


Фиг. 114. Для большей прочности пайки конец проводника загибается.

37. ПРОВЕРКА ПРАВИЛЬНОСТИ МОНТАЖА

По окончании монтажа приемника необходимо убедиться, что все соединения произведены надежно и правильно. Для этого нужно шаг за шагом проследить соответствие всех цепей принципиальной схемы приемника.

Однако такой проверки часто оказывается недостаточно, так как при осмотре можно не заметить некоторых дефектов монтажа или деталей.



Фиг. 115. Простейший прибор для проверки схемы.

Проверочный осмотр следует дополнить электрической проверкой смонтированного приемника. В качестве простейшего прибора для электрической проверки схемы приемника можно применить цепь, составленную из последовательно соединенных батареи и лампочки от карманного фонаря. К концам этой цепи присоединяют два жестких щупа, изготовленных из толстой медной проволоки (фиг. 115).

Пользоваться этим испытательным прибором очень просто: прикасаясь группами к двум точкам испытуемой цепи, можно сразу убедиться в наличии проводимости между ними по свечению лампочки. Если же лампочка не загорится, значит между данными точками испытуемой цепи имеется либо обрыв, либо большое сопротивление. При помощи такого испытателя следует проверить все участки схемы и все контакты.

При проверке схемы при помощи батарейки и лампочки от карманного фонаря следует обращать внимание на то, нет ли в каждом данном случае обходного пути для тока.

Наличие такого обходного пути может ввести радиолюбителя в заблуждение, так как лампочка в этом случае будет гореть и при обрыве испытуемой цепи.

ГЛАВА ДЕВЯТАЯ

ДЕТЕКТОР И ТЕЛЕФОННЫЕ ТРУБКИ

38. ПРОМЫШЛЕННЫЕ И САМОДЕЛЬНЫЕ ДЕТЕКТОРЫ

В детекторе мы должны создать такие условия, при которых ток в одну сторону проходил бы легче, чем в другую. Чаще всего в качестве материалов для детекторов применяется или металлический проводник и какой-либо мелкокристаллический минерал, обладающий электрической проводимостью, или два различных кристаллических минерала. Эти мелкокристаллические минералы в радиотехнической практике называют (конечно, неправильно) «кристаллом». Детекторы, в которых применяется кристалл, называются кристаллическими детекторами.

Кристаллические детекторы являются простейшими из всех типов детекторов. Вместе с тем они достаточно чувствительны, т. е. отзываются на сравнительно слабые колебания и детектируют их. Если бы не электронная лампа, которая применяется для целей усиления и попутно позволяет осуществить детектирование, то кристаллический детектор был бы, пожалуй, единственным практически пригодным детектором для радиоприемника. Но в ламповых приемниках применять его нецелесообразно. Однако поскольку ламповые приемники требуют источников питания и сравнительно сложны по устройству, детекторный приемник с кристаллическим детектором, как наиболее простой и дешевый, находит себе широкое применение.

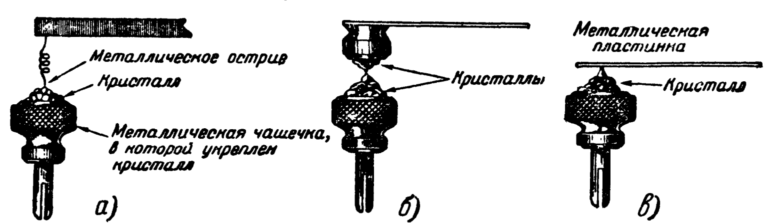
Основные типы кристаллических детекторов, применяемых в радиолюбительской практике, изображены на фиг. 116.

На фиг. 116,*а* изображен так называемый галеновый детектор. Одним контактом этого детектора является кристалл гален, а другим — металлическое (стальное, серебряное или медное) острие.

Второй из распространенных детекторов, так называемый периконовый детектор, изображен на фиг. 116,*б*. В этом детекторе в качестве обоих контактов применены кристаллы, но кристаллы разного рода (цинкит и халькопирит).

Наконец, третий из распространенных детекторов, так называемый карборундовый, изображен на фиг. 116,*в*; в нем в качестве кристалла применен карборунд, а роль другого контакта играет металлическая пластинка.

Несмотря на различные устройства всех трех детекторов, принцип их действия в сущности один и тот же. Разница между этими типами детекторов заключается лишь в том, что в каждом из них роль острия играет не один и тот же



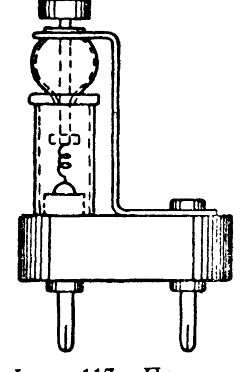
Фиг. 116. Во всех трех детекторах причины несимметричной проводимости одни и те же.

контакт. В первом случае острием является металл, в третьем, наоборот, — кристалл; что же касается второго случая, то там острием также служит кристалл, но только или тот или другой, в зависимости от того, в какой именно точке эти кристаллы касаются друг друга (в одном случае острая грань одного кристалла прикасается к плоской грани другого кристалла, в другом случае может быть наоборот).

Во всех трех случаях мы имеем, с одной стороны, контакты разной формы, а, с другой — особенности, вызванные свойствами кристаллов. Обе эти причины вызывают несимметрию в проводимости, и если обе эти причины действуют согласованно, т. е. облегчают переход электронов в одном направлении и затрудняют его в другом, то мы имеем сильную несимметрию детектора; если же они действуют навстречу, т. е. форма контактов помогает переходу электронов в одном направлении, а свойства кристалла — в другом, то несимметрия уменьшается, и в этом случае детектор будет работать плохо. Таким образом, чтобы детектор работал хорошо, нужно найти такие положения кон-

тактов, при которых обе причины будут действовать согласно; поэтому-то любителю иногда приходится тратить много времени на то, чтобы настроить детектор и найти точку, т. е. положение контакта, при котором он хорошо детектирует.

Наилучшими детекторными парами являются: галеновый кристалл в сочетании с медным, стальным, никелевым или графитовым острием и силиконовый кристалл в сочетании с медным или стальным острием. Внешний вид заводского детектора изображен на фиг. 117.



Фиг. 117. Промышленный детектор.

Кристалл для детектора можно изготовить и самому. Простейший способ изготовления кристалла заключается в следующем.

Кусок свинца очищают от свойственной свинцу темной наружной пленки и приготовляют из него при помощи напильника около 10—12 *г* свинцовых опилок. Свинцовые опилки смешиваются с 3 *г* истолченной в порошок серы. Полученную смесь нагревают в стеклянной пробирке сначала на слабом огне, а когда сера начнет плавиться — на более сильном, нагревая ее докрасна. После этого пробирку снимают с огня и дают ей остыть. Затем, разбив пробирку, вынимают кристалл, от которого теперь остается только отколоть кусочек требуемой величины.

Острие для самодельного детектора можно изготовить из тонкой стальной струны, свернув ее в виде пружинки.

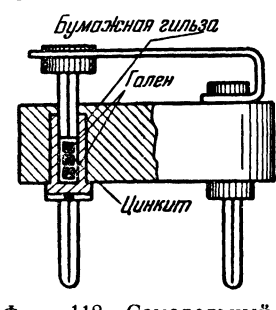
В качестве кристалла для самодельного детектора можно использовать кусок графитового сердечника от обыкновенного карандаша. Наиболее подходящей парой к нему будет стальная пружинка. Однако такой детектор работает значительно хуже детектора, приготовленного из свинцовых опилок и серы.

39. ДЕТЕКТОРЫ С ПОСТОЯННОЙ ТОЧКОЙ И ЦВИТЕКТОРЫ

Детекторы с постоянной точкой получили довольно широкое распространение. Чаще всего в качестве кристалла в них применяется силикон. Однако детектор с постоянной точкой можно изготовить и из обычного галенового детектора. Устройство его заключается в следующем.

Вместо чашечки с кристаллом в гнездо колодки, предназначенное для нее, вставляется бумажная втулочка. На дно гнезда кладется маленький кусочек кристалла галена, поверх него кусочек цинкита, а на него снова кусочек галена (фиг. 118). Все три кристалла сверху нажимаются ножкой чашечки, обточенной до требуемого диаметра и прикрепленной к плоской латунной пружинке.

Неодинаковой проводимостью в двух направлениях может обладать не только контакт между двумя кристаллами или между кристаллом и металлом, но и контакт между некоторыми металлами и металлическими соединениями, принадлежащими к числу так называемых полупроводников. Так, например, неодинаковой в двух направлениях (практически почти односторонней) проводимостью обладает контакт между слоями меди и закиси меди, применяемый в так называемом купроксном детекторе или цвитекторе (купроксы применяются не только в качестве детекторов, но и для выпрямления сравнительно сильных переменных токов). В купроксном и других детекторах такого же типа, которые сейчас входят в практику, слои, между которыми осуществляется односторонняя проводимость, плотно прилегают один к другому. Поэтому в таких детекторах, конечно, не нужно отыскивать точку, и эти детекторы иногда называют детекторами с постоянной точкой, хотя в них детекторный контакт осуществляется не в одной точке, а в целом слое.



Фиг. 118. Самодельный детектор с постоянной точкой.

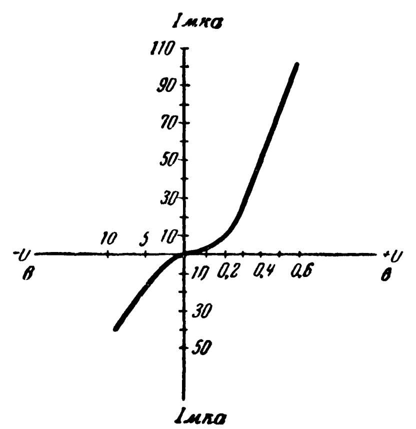
Цвитектор представляет собой миниатюрный купроксный выпрямитель. Устройство его основано на односторонней проводимости слоя закиси меди. При изготовлении цвитекторов сначала создают на меди тонкий слой закиси меди путем нагревания меди в печи с очень высокой температурой, а затем химическим путем восстанавливают на поверхности меднозакисного слоя чистую медь. В результате между основной массой меди и восстановленным медным слоем остается слой закиси меди толщиной всего в несколько сотых долей миллиметра.

Характеристика цвитектора такова, что ее перегиб находится несколько правее нулевой точки (фиг. 119). Это озна-

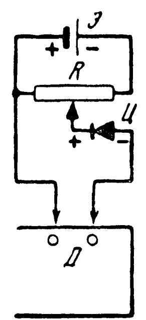
чает, что для получения наивысшей чувствительности нео ходимо на цвитектор подать небольшое положительн (около 0,1 *в*) напряжение. Такое напряжение может бы подано от одного гальванического элемента через потенци метр (фиг. 120).

При приеме мощных местных станций цвитектор оче хорошо работает и без смещающего постоянного напр жения.

Самодельный цвитектор можно изготовить из кусочк медной проволоки диаметром 3—5 *мм* и длиной 2—3 *с* Такой кусочек следует н калить докрасна на пр мусе или на газовой горел ке, а затем быстро охл



Фиг. 119. Перегиб характеристики цвитектора находится не в нулевой точке, а правее ее.



Фиг. 120. Необходимое напряжение можно подобрать пр помощи потенциометра.

дить в нашатырном спирте. Один конец кусочка проволок зачищается и к нему прикручиваеся тонкая проволочка служащая одним из выводов цвитектора для присоединени его к схеме. Второй вывод делается из такой же проволоч ки, накручиваемой на другой конец цвитектора без его предварительной зачистки. Изготовить хороший цвитектор удается не сразу. Поэтому рекомендуется изготовить сразу несколько цвитекторов и отобрать из них тот, который буде обеспечивать наиболее громкую слышимость.

40. УСТРОЙСТВО ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ ТЕЛЕФОННОЙ ТРУБКИ

Как мы уже знаем, основными элементами телефонной трубки являются мембрана и электромагнит. Сердечником электромагнита служит искусственный стальной магнит.

Колебания мембраны телефона тем сильнее, чем сильнее электрические колебания в катушке электромагнита. Следовательно, чтобы получить наиболее громкую работу, нужно поставить телефон в такие условия, при которых сила тока в его катушках получится наибольшей. Для этого нужно наилучшим образом настроить приемный контур и установить детектор на чувствительную точку. Когда то и другое сделано, телефон дает наибольшую слышимость, которую он может дать при приеме данной станции.

Громкость работы телефона зависит, однако, не только от настройки приемника и детектора, но и от устройства и качества самого телефона. В частности, чем больше витков содержит обмотка катушек телефона, тем более сильное магнитное поле создает проходящий по этим катушкам ток и тем сильнее колеблется мембрана, т. е. тем громче звук. Но это, конечно, правильно только до тех пор, пока увеличение числа витков не связано с уменьшением силы тока, проходящего по обмоткам телефона. Между тем, при увеличении числа витков в катушках сопротивление этих катушек возрастает, и вследствие этого сила тока в обмотках телефона падает. Действительно, детектор (или вообще какой-либо источник), питающий телефон токами низкой частоты, развивает вполне определенное напряжение, и чем больше сопротивление обмоток телефона, тем меньше сила проходящего по ним тока. Но пока сопротивление нагрузки (в нашем случае телефона) намного меньше сопротивления источника (в нашем случае детектора), до тех пор сила тока мало зависит от сопротивления нагрузки (телефона), так как она ограничивается сопротивлением источника (детектора). Поэтому число витков в обмотке телефона выгодно делать возможно бóльшим, но при этом сопротивление телефона не должно быть слишком велико, не должно заметно превосходить сопротивление детектора. Сопротивление кристаллического детектора бывает довольно велико; следовательно, и сопротивление телефона, который включается в детекторный приемник, может быть достаточно велико, т. е. телефон может быть «высокоомным» (на таких телефонах обычно есть пометка «1 000 *ом*» или больше). Высокоомность телефона показывает, что в нем катушка электромагнита намотана из очень большого числа витков. Обычно катушки высокоомных телефонов имеют несколько тысяч витков проволоки, а так как размеры катушки бывают невелики, то для того чтобы на них уместилось несколько

тысяч витков обмотки, приходится делать эту обмотку из очень тонкой проволоки. Поэтому они и оказываются высокоомными. Телефонные трубки, которые применяются в проволочных телефонных аппаратах, рассчитаны на работу не от детектора, а от других приборов, обладающих небольшим сопротивлением. Поэтому они для проволочных аппаратов делаются с небольшим сопротивлением, т. е. с небольшим числом витков в катушке. Эти телефонные трубки, так называемые низкоомные, при употреблении в радиоприемниках дают худшие результаты, чем высокоомные. Получить в такой трубке более сильный ток невозможно, так как сила тока в цепи телефона ограничена большим внутренним сопротивлением детектора, а при той же силе тока они дают более слабый звук, так как в низкоомной трубке число витков в катушках значительно меньше, чем в высокоомной. Этим и объясняется то, что низкоомные телефонные трубки обладают меньшей чувствительностью, чем высокоомные.

41. ПЬЕЗОЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ ТРУБКА

Молекулы некоторых диэлектриков, имеющих кристаллическое строение, несут на себе парные электрические заряды положительного и отрицательного знака. В кристаллах молекулы располагаются не хаотически, а симметрично, причем таким образом, чтобы между ними, по возможности, оставалось меньше пустого места.

При помещении такого диэлектрика в электрическое поле его молекулы стремятся повернуться вдоль силовых линий поля. При этом неизбежно происходит изменение прежнего порядка расположения молекул в кристалле, а в результате этого размеры кристалла увеличиваются в одном направлении и уменьшаются в другом.

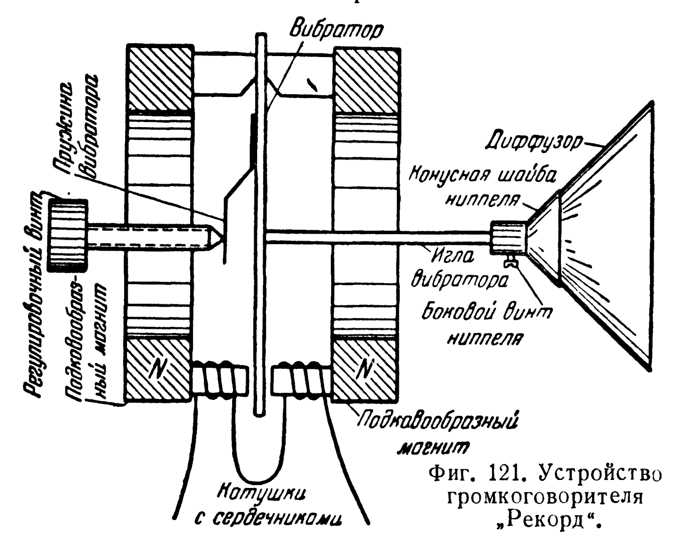
Это явление называется обратным пьезоэлектрическим эффектом. (С прямым пьезоэлектрическим эффектом связано появление зарядов на обкладках кристаллического диэлектрика в результате его сжатия или растяжения.)

Как прямой, так и обратный пьезоэлектрический эффект особенно хорошо проявляется на кристаллах кварца, турмалина и сегнетовой соли. На принципе обратного пьезоэлектрического эффекта основано устройство пьезоэлектрических громкоговорителей и телефонных трубок.

Если пластинку сегнетовой соли, вырезанную из кристалла определенным образом, поместить между двумя обкладками конденсатора, то при подаче на обкладки этого

конденсатора переменного напряжения пластинка сегнетовой соли начнет вибрировать (растягиваться и сжиматься) в такт с частотой подведенного напряжения.

Обычно в телефонной трубке или громкоговорителе имеется не одна, а две пластинки из сегнетовой соли. Обе стороны каждой пластинки покрывают тонким слоем метал-



Фиг. 121. Устройство громкоговорителя „Рекорд".

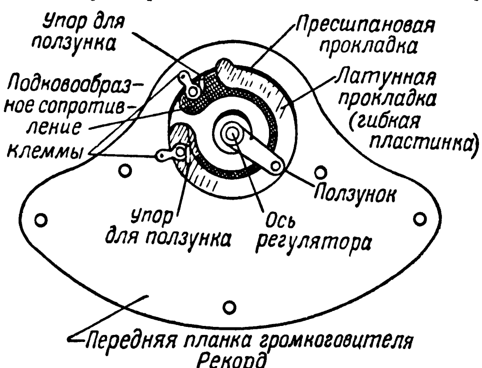
ла и склеивают пластинки друг с другом. Один вывод делают от наружных металлизированных слоев пластинок, а другой — от внутренних (склеенных).

Такое устройство называется пьезоэлементом. Если к пьезоэлементу подвести постоянное напряжение, то одна пластина укоротится, а другая удлинится, и пьезоэлемент выгнется в одну сторону. Если изменить знак напряжения, то пьезоэлемент выгнется в другую сторону. При подаче на пьезоэлемент переменного напряжения звуковой частоты он начнет колебаться в такт с частотой этого напряжения так, как колеблется мембрана обычного телефона, воспроизводя звук.

42. ГРОМКОГОВОРИТЕЛЬ ТРАНСЛЯЦИОННОЙ ТОЧКИ

Наиболее распространенным типом громкоговорителя из применяемых в проводном вещании является электромагнитный громкоговоритель «Рекорд». Устройство его изображено на фиг. 121.

Его механизм состоит из двух подковообразных магнитов, вибратора и двух катушек. Магниты расположены таким образом, что одноименные полюсы располагаются друг над другом. Один конец вибратора плотно зажат между двумя муфтами, а другой может свободно колебаться в зазоре между двумя сердечниками катушек. В состоянии покоя вибратор удерживается в середине зазора при помощи пружины и винта.



Фиг. 122. Регулятор громкости от громкоговорителя „Рекорд“.

При протекании по катушкам переменного тока звуковой частоты они то усиливают действие верхнего магнита, одновременно ослабляя действие нижнего, то усиливают действие нижнего и ослабляют действие верхнего. В результате этого воздействия вибратор начинает колебаться, приводя в колебательное движение механически связанный с ним бумажный конус — диффузор, служащий для получения громкого звука. Таким образом, электрические колебания превращаются при помощи громкоговорителя в звуковые.

Регулятор громкости
Трансляционная сеть
Громкоговоритель

Фиг. 123. Схема регулятора громкости.

Громкоговорители «Рекорд», предназначенные для включения в трансляционную сеть, изготовляют с регуляторами громкости. Внешний вид этого регулятора громкости изображен на фиг. 122, а схема — на фиг. 123.

Кроме электромагнитных громкоговорителей, в трансляционных сетях применяются громкоговорители пьезоэлектрические и электродинамические. На устройстве этих громкоговорителей мы не останавливаемся, так как это выходит за пределы нашей темы.

ГЛАВА ДЕСЯТАЯ

УСТАНОВКА ДЕТЕКТОРНОГО ПРИЕМНИКА

43. ТИПЫ И РАЗМЕРЫ ПРИЕМНЫХ АНТЕНН

Для обеспечения громкого радиоприема приемная антенна должна иметь достаточную высоту, хорошую изоляцию и тщательно выполненное заземление. Чем выше приемная антенна, тем бóльшая электродвижущая сила наводится в ней электромагнитными волнами; чем совершеннее изоляция антенны, тем меньше утечка тока высокой частоты и, наконец, чем меньше сопротивление контакта заземления с землей, тем меньше потери энергии в этом участке цепи.

Кроме этого, приемная антенна должна обеспечивать радиоприем по возможности с меньшими помехами и давать возможность настройки приемного контура в требуемом диапазоне радиоволн.

В сельских местностях, где отсутствуют источники промышленных радиопомех (электросети, электродвигатели и пр.), отношение напряжения полезных радиосигналов к напряжению радиопомех почти не зависит от устройства антенны. Основным источником радиопомех в таких местностях являются атмосферные разряды (грозы), которые могут приходить с любых направлений, так же как и радиоволны различных радиостанций, поэтому расположение и конструкция приемной антенны в этом случае не могут улучшить отношение сигнала к помехе.

Совершенно по-другому обстоит дело в городах и в местностях с большим количеством источников промышленных помех. В этих местностях основным источником помех радиоприему являются уже не атмосферные разряды, а всевозможные электрические приборы, в которых происходит искрение. В этом случае разумное устройство и расположение антенны относительно источника промышленных радиопомех может существенно улучшить отношение полезных радиосигналов к помехе.

Для уменьшения громкости помех радиоприему необходимо располагать антенну таким образом, чтобы ее горизонтальная часть (если таковая имеется) не проходила параллельно проводам электрической сети, трамвая, троллейбуса и др. Лучше всего располагать горизонтальную часть антенны под прямым углом к таким проводам или, если это невозможно, вообще не делать у антенны горизонтальной части, заменяя ее «метелочкой», рамкой и т. п.

В том случае, если основной источник помех радиоприему находится внутри того же дома, где установлен радиоприемник, некоторое уменьшение громкости помех может дать применение экранированного снижения (устройство вертикальной части антенны не из голого провода, а из кабеля с металлической заземленной оболочкой).

Размеры горизонтальной части антенны оказывают существенное влияние на настройку приемного



Фиг. 124. Вертикальная и горизонтальная части антенны ооразуют букву „Г".

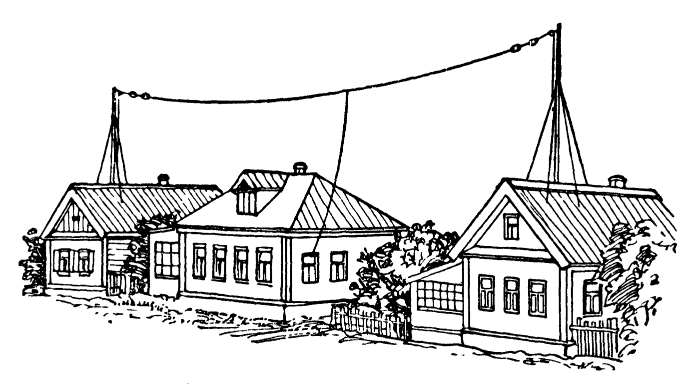
контура детекторного приемника, так как чем больше длина горизонтальной части антенны, тем большее ее емкость и индуктивность. Поэтому горизонтальную часть антенны не рекомендуется делать более 25—30 *м*.

Наиболее распространенным типом наружной антенны является Г-образная антенна, у которой вертикальная и горизонтальная части образуют букву «Г» (фиг. 124).

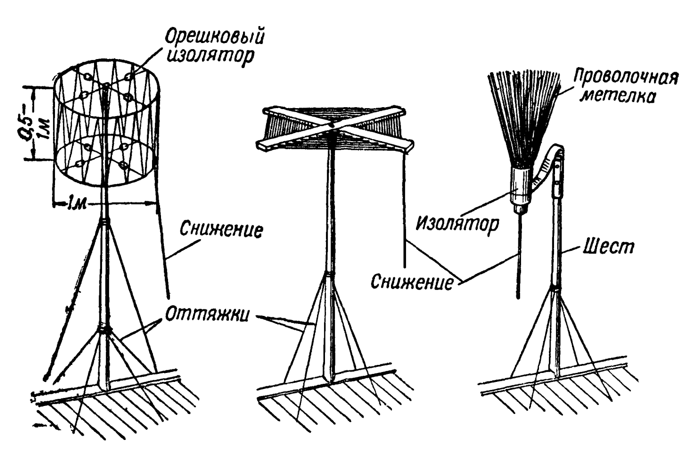
Вертикальная (или наклонная) часть Г-образной антенны имеет обычно длину около 10—15 *м*, а горизонтальная — от 20 до 30 *м*. Высота Г-образной любительской антенны обычно не бывает больше 15 *м*, так как установка очень высоких мачт сопряжена с большими трудностями.

Если при устройстве Г-образной антенны нельзя сделать обе мачты одинаковыми, то лучше подвесить выше ее свободный конец. Можно даже вообще ограничиться установкой только одной мачты для свободного конца антенны; тогда антенна превратится из Г-образной в наклонную. Если

поблизости от антенны нет источников промышленных радиопомех и если в данном пункте возможно принимать на детекторный приемник не больше одной станции, то имеет смысл расположить Г-образную или наклонную антенну та-



Фиг. 125. Т-образная антенна.



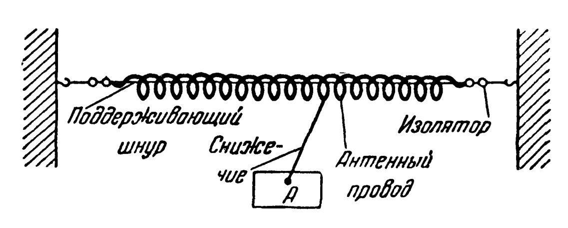
Фиг. 126. Антенны с сосредоточенной емкостью.

ким образом, чтобы ввод был ближе к передающей станции, а свободный конец антенны дальше от нее.

Иногда местные условия не позволяют установить мачты для Г-образной антенны в требуемых местах. В этом случае можно установить Т-образную антенну, у которой снижение

начинается от середины горизонтальной части (фиг. 125). Горизонтальную часть Т-образной антенны можно увеличить до 40 *м*. Располагать горизонтальную часть Т-образной антенны относительно передающей станции можно в любом направлении; при расположении же ее вблизи электрических проводов следует соблюдать приведенные выше правила.

При наличии многих источников промышленных помех рекомендуется устройство антенны с сосредоточенной емкостью (фиг. 126). У такой антенны горизонтальная часть заменена метелочкой или рамкой, представляющей по отношению к земле не распределенную, а сосредоточенную емкость.



Фиг. 127. Длинный провод не помещается в комнате, поэтому он свернут в виде спирали.

Фиг. 128. При использовании вместо антенны проводов электросети нужно защищать приемник конденсатором и предохранителем.

При близком расположении детекторного приемника от передающей станции можно производить прием на комнатную антенну, представляющую собой провод длиной 15—20 *м*, подвешенный вдоль стен комнаты (фиг. 127). Этот провод можно для компактности свернуть спиралью.

В этом же случае можно вместо антенны пользоваться электросетью. Приемник следует включать в сеть не непосредственно, а через конденсатор постоянной емкости и защищать его предохранителем (фиг. 128), так как иначе можно повредить радиоприемник и сжечь предохранители в электросети.

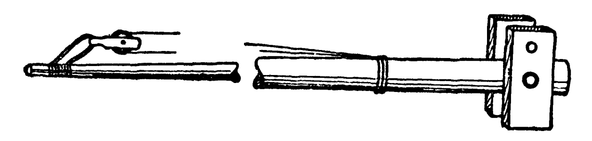
44. УСТРОЙСТВО АНТЕННЫ И ЗАЗЕМЛЕНИЯ

Устройство наружной антенны дело довольно сложное. При сооружении наружной антенны требуется обеспечить ее механическую прочность и противопожарную безопасность.

В качестве опор для подвески наружной антенны можно, кроме специальных шестов (мачт), использовать деревья, высокие дома, колокольни и пр.

Сама антенна (горизонтальная часть и снижение) делается из специального антенного канатика, однако она может быть выполнена также из медного, алюминиевого или даже стального провода. Провод лучше брать голый (без изоляции), так как такой провод будет иметь меньший вес и, следовательно, меньше будет опасность обрыва антенны. Однако, если горизонтальная часть антенны невелика, то можно применять и изолированный провод любой марки.

Диаметр провода следует выбирать только из соображений механической прочности антенны. С электрической точ-



Фиг. 129. Трос закрепляется у нижнего конца мачты.

ки зрения диаметр провода большого значения не имеет. Обычно для устройства антенны берут провод диаметром 2—3 *мм*.

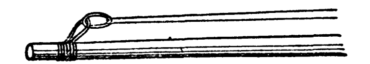
При устройстве наружной антенны следует предусмотреть возможность ее опускания и подъема, а также подвески новой антенны, в случае обрыва старой, без опускания мачт. Для этой цели антенна прикрепляется к верхушкам мачт не непосредственно, а при помощи блоков.

Блоки прикрепляются к верхушкам обеих мачт и через них пропускается гибкий стальной трос или веревка. Длина троса должна быть приблизительно равна удвоенной высоте мачты. Концы троса, после того когда он пропущен через блок, соединяются (сплетаются) между собой так, чтобы в месте их соединения не образовалось узла. После этого трос натягивается вдоль мачты и временно закрепляется на расстоянии 1—1,5 *м* от ее нижнего конца (фиг. 129). К тросу присоединяется провод антенны с изоляторами.

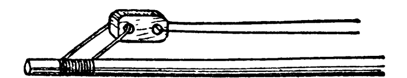
Вместо блоков можно использовать два металлических кольца (фиг. 130) или даже две деревянных колодки с просверленными в них отверстиями (фиг. 131); необходимо

только обеспечить хорошее скольжение троса в кольце или в отверстии деревянной колодки.

Для предотвращения утечки тока высокой частоты к свободному концу антенны и в точке перехода от горизонталь-



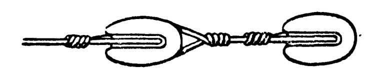
Фиг. 130. Вместо блока можно применить кольцо.



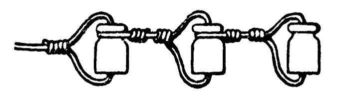
Фиг. 131. Вместо блока можно использовать также деревянную колодку.

ной части к снижению прикрепляют по нескольку специальных (орешковых) изоляторов, соединенных между собой в виде цепочки (фиг. 132).

Вместо орешковых изоляторов для этой цели можно воспользоваться и обычными фарфоровыми роликами



Фиг. 132. Цепочка изоляторов для антенны.



Фиг. 133. Роль орешковых изоляторов выполняют с успехом фарфоровые ролики.

(фиг. 133) или деревянными дощечками, проваренными в парафине (фиг. 134).

Установка мачт производится без антенны: она поднимается после при помощи тросов и блоков, укрепленных на мачтах. Для этой цели при установке мачт необходимо обес-



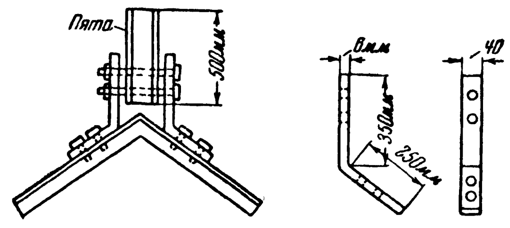
Фиг. 134. Деревянные дощечки вместо изоляторов.

печить только соответствующее направление блоков (друг на друга).

Кроме блоков и тросов, на мачтах перед подъемом необходимо укрепить один или два яруса оттяжек. Число оттяжек в каждом ярусе — по три или четыре. Оттяжки можно изготовить из стальной проволоки диаметром 3—4 *мм.* Необходимо также заранее на расстоянии около половины высоты мачты от ее основания укрепить глухари (на крыше)

или колья (на земле), к которым будут прикрепляться оттяжки (фиг. 136).

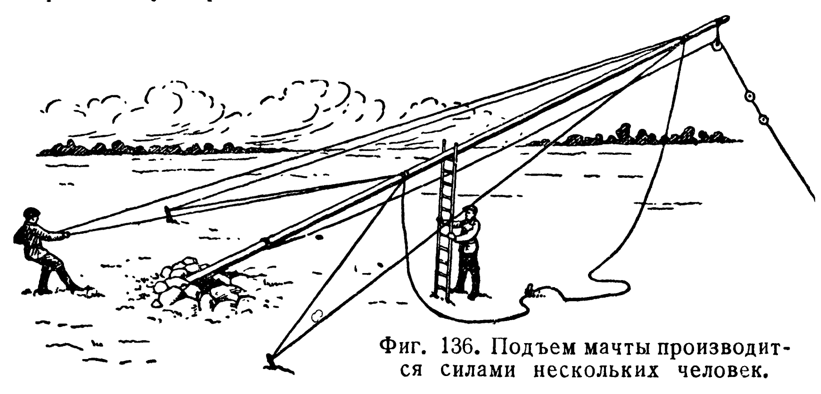
Нижний конец мачты закрепляется при помощи специальной пяты (фиг. 135). При установке мачты на земле для ее нижнего конца вырывается яма глубиной около 0,5 *м*.



Фиг. 135. Нижний конец мачты закрепляется при помощи шарнирной пяты.

Подъем мачты производится силами двух или более человек так, как показано на фиг. 136. После установки обеих мачт антенна привязывается к тросам и поднимается кверху.

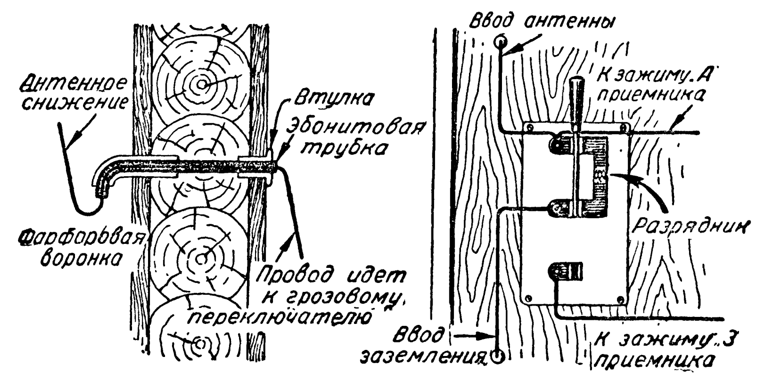
Ввод антенны в помещение производится через окно или через стену. Провод антенны в месте ввода тщательно изолируется при помощи эбонитовой трубки, фарфоровой воронки и втулки (фиг. 137). Снижение антенны не должно проходить близко от крыши и стены здания, поэтому его отделяют от стены при помощи палки длиной 1—2 *м* с укрепленным на ее конце изолятором (фиг. 138).



Фиг. 136. Подъем мачты производится силами нескольких человек.

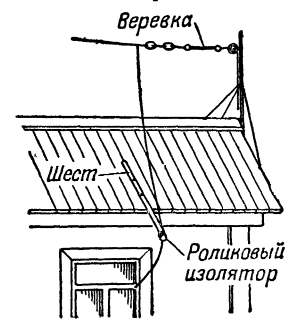
Внутри помещения антенну следует подвести к приемнику по возможности кратчайшим путем. При этом провод антенны должен быть изолирован от стен.

Заземление делается по возможности более толстым проводом, желательно медным, но можно и стальным. Перед домом, по возможности ближе к тому месту, где установлен приемник, следует выкопать яму глубиной 1—2 *м* и за-



Фиг. 137. Ввод антенны тщательно изолируют.

тем закопать в нее какой-нибудь металлический предмет с припаянным к нему проводом заземления. Лучше всего вместо металлического предмета закопать метров десять провода заземления, свернутого бухтой. Провод заземления, выходящий из ямы наружу и идущий к приемнику, можно прикреплять непосредственно к стене здания гвоздями или проволочными скобочками. Перед тем как закопать яму заземления, хорошо насыпать в нее древесного угля и 1—2 *кг* соли. Это будет способствовать задержанию влаги у заземления и лучшему электрическому контакту заземления с землей, что очень важно для детекторного приемника.



Фиг. 138. Снижение не должно проходить близко от крыши и от стены.

45. ГРОЗОВОЙ ПЕРЕКЛЮЧАТЕЛЬ И ИСКРОВОЙ ПРОМЕЖУТОК

При наличии наружной антенны необходимо установить внутри здания грозовой переключатель, при помощи которого антенна должна соединяться с заземлением во время грозы или тогда, когда приемником не пользуются.

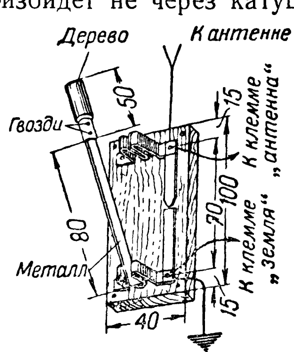
Кроме грозового переключателя, рекомендуется установить еще так называемый искровой промежуток, предохраняющий приемник от порчи при неожиданных грозовых разрядах.

Искровой промежуток состоит из двух зазубренных металлических пластинок, зубцы которых находятся друг от друга на расстоянии нескольких долей миллиметра (фиг. 139). Одна из пластинок присоединяется к антенне, а другая к заземлению.

При неожиданном грозовом разряде, когда приемная антенна не заземлена, разряд произойдет не через катушку



Фиг. 139. Искровой промежуток (воздушный зазор) в несколько долей миллиметра.



Фиг. 140. Самодельный грозовой переключатель.

приемника, а по кратчайшему пути через искровой промежуток. Однако наличие искрового промежутка не гарантирует полностью приемник от порчи, а радиолюбителя от поражения грозовым разрядом. Поэтому следует всегда прекращать прием при приближении грозы и заземлять антенну при помощи грозового переключателя. Заземлять антенну следует также и при отсутствии грозы, как только прием заканчивается.

На фиг. 140 изображен простейший самодельный грозовой переключатель с искровым промежутком. Такой переключатель может изготовить каждый радиолюбитель, однако все же лучше приобрести грозовой переключатель в магазине.

46. СУРРОГАТНЫЕ АНТЕННЫ

Если детекторный приемник устанавливается в том же городе, в котором находится передающая станция, или невдалеке от него, то можно получить хороший прием и без

специальной приемной антенны. В этом случае в качестве антенны можно использовать металлическую крышу дома (фиг. 141), водосточную трубу, трубы парового отопления или водопровода, отдельно растущее дерево и даже металлическую кровать.

Для приема на суррогатную антенну необходимо припаять к ней провод, другой конец которого присоединить к зажиму «антенна» приемника. Для приема на отдельно растущее дерево необходимо в него вбить большой гвоздь и припаять к нему провод, идущий к зажиму «антенна» приемника.

Заземление при приеме на суррогатную антенну делается такого же типа, как и при нормальной антенне, или может быть заменено противовесом. Установка грозового переключателя и разрядника при применении наружных суррогатных антенн (крышка дома, водосточная труба и др.) — обязательна.

Провод припаять

Фиг. 141. Вместо антенны можно использовать металлическую крышу дома.

Суррогатная антенна действует тем лучше, чем выше она расположена над землей и чем лучше она изолирована от земли. Например, металлическая крыша двухэтажного деревянного дома представляет собой значительно лучшую «антенну», чем такая же крыша одноэтажного кирпичного здания.

47. НАЛАЖИВАНИЕ ПРИЕМНИКА И УСТРАНЕНИЕ НЕИСПРАВНОСТЕЙ

После изготовления приемника необходимо тщательным образом проверить надежность всех паек и электрических контактов. Необходимо проверить также соответствие монтажа с принципиальной схемой приемника.

После проверки к приемнику присоединяются антенна и заземление и вставляются в соответствующие гнезда детектор и штепсельная вилка телефонных трубок.

При касании пружинкой кристалла детектора в телефонных трубках должен слышаться шорох. Необходимо найти такое положение пружинки на кристалле, при котором шорох и пощелкивания будут слышны наиболее громко. При

поисках чувствительной точки не следует сильно нажимать пружинкой на кристалл; нужно касаться его очень мягко.

После нахождения чувствительной точки можно приступить к настройке приемника на волну передающей радиостанции. Для этого нужно поставить ползунок грубой настройки на первый контакт и, слушая в телефонные трубки, медленно поворачивать ротор конденсатора (или вариометра) от нуля до максимума. Если передача станции не будет услышана, то нужно перевести ползунок на второй контакт и снова попытаться настроиться на станцию при помощи конденсатора (или вариометра). Если передача станции не услышана, ползунок следует переставить на третий контакт и т. д.

В том случае, если приемник исправен (в телефонных трубках слышны шорохи и трески, обусловленные атмосферными разрядами), а передача радиостанций не слышна, необходимо увеличить число витков всей катушки или уменьшить число витков первой секции.

После того как передача станции услышана, необходимо еще раз попытаться найти наиболее чувствительную точку на кристалле детектора.

48. РЕГИСТРАЦИЯ ПРИЕМНИКА

После установки приемника владелец обязан зарегистрировать его в ближайшем почтовом отделении. При регистрации приемника уплачивается установленная абонементная плата. В дальнейшем абонементная плата вносится ежегодно или по полугодиям. При внесении абонементной платы по полугодиям она должна вноситься до 1 февраля за первое полугодие и до 1 августа за второе полугодие.

При невзносе абонементной платы в установленные сроки владелец приемника подвергается штрафу.

При перемене адреса в том же городе или местности или при замене детекторного приемника ламповым владелец приемника обязан подать в почтовое отделение, в котором зарегистрирован приемник, заявление с указанием нового адреса, а в случае переезда в другой город или местность — зарегистрировать приемник по новому месту жительства.

СПРАВОЧНЫЕ СВЕДЕНИЯ

Адреса центральных радиолюбительских организаций

Центральный комитет ДОСАРМ — Москва, Тушино.
Центральный радиоклуб ДОСАРМ — Москва, Сретенка, 26/1.
Редакция журнала «Радио» — Москва, Ново-Рязанская, 26.

Как получить письменную радиоконсультацию

Письменную консультацию по вопросам радиотехники можно получить в центральном радиоклубе ДОСАРМ по адресу: Москва, Сретенка, 26/1.

Консультация высылает бесплатно ответы на вопросы радиолюбителей — членов ДОСАРМ, возникающие в процессе их практической работы.

Консультация рекомендует схемы и описания различной радиоаппаратуры для самостоятельного изготовления и литературу по различным отраслям радиотехники, приводит указания по устранению возможных неисправностей радиоаппаратуры, дает учебно-методические советы по подготовке кадров специалистов в радиоклубах и радиокружках, сообщает адреса и условия приема в учебные радиотехнические заведения.

Вопросы в письмах надо излагать кратко и ясно, записывая их чернилами на одной стороне листа. Если вопрос касается самодельной аппаратуры, описание которой не было опубликовано, то необходимо приложить к письму схему и данные, которые будут возвращены вместе с ответом. Посылаемые в консультацию письма должны быть оплачены: доплатные письма консультация не принимает. Для ответа на письмо следует приложить конверт с четко написанным своим адресом.

Откуда можно выписать литературу по радиотехнике

Книги по радиотехнике высылаются по почте наложенным платежом без задатка Запросы об имеющейся литературе и заказы на нее следует адресовать: Москва, проезд Куйбышева, 8 «Книга — почтой» или Москва, Петровка, 15, магазин № 8.

Куда направлять заказы на радиоаппаратуру и детали

Радиоаппаратуру высылает почтовыми посылками в любой пункт Советского Союза «Союзпосылторг» Министерства торговли СССР

Подробные условия приема и выполнения заказов, а также ассортимент товаров и изделий, высылаемых «Союзпосылторгом», изложены в прейскуранте, который высылается по получении 60 коп. почтовыми марками.

Адрес Центральной торговой базы «Союзпосылторга»: Москва 35, Овчинниковская набережная, 8/2.

ЛИТЕРАТУРА

И. И. Спижевский, Детекторный приемник, Редиздат Ц. С. Союза Осовиахим СССР, Москва, 1947 г.

Л. В. Кубаркин и В. В. Енютин, Как построить детекторный приемник, Госэнергоиздат, Москва, 1948 г.

Ф. И. Тарасов, Детекторные приемники и усилители, Госэнергоиздат, Москва, 1950 г.

З. Гинзбург и Ф. Тарасов, Самодельные детали для сельского радиоприемника, Московский рабочий, 1950 г.

Простой детекторный, «Радио», № 2, 1946 г.

Детекторный трехпрограммный, «Радио», № 4, 1947 г.

В. Г. Борисов, Детекторный с вариометром, «Радио», № 4, 1947 г.

Простой детекторный «Радио», № 10, 1947 г.

Л. Тульский, Детекторный с одной ручкой, «Радио», № 4, 1948 г.

С. Афендиков, Детекторный приемник «Комсомолец», «Радио», № 8, 1948 г.

Детекторный приемник «Контур» (В. Пухальского), «Радио», № 12, 1948 г.

М. Облезов, Детекторный приемник «Волна», «Радио», № 2, 1949 г.

С. Игнатьев, Детекторный приемник ДПХ, «Радио», № 6, 1949 г.

И. Беляев, Детекторный приемник «Мотылек», «Радио», № 9, 1949 г.

Ф. Евтеев, Детекторный приемник нового типа, «Радио», № 11, 1949 г.

Г. Исаев, Простой детекторный приемник, «Радио», № 2, 1950 г.

П. Голдованский, Как работает детекторный приемник, «Радио», № 2—3, 1950 г.

Цена 3 р. 85 к.